



INSTITUTO SUPERIOR DE CIÊNCIAS DA SAÚDE EGAS MONIZ

MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA

MINI-IMPLANTES EM ORTODONTIA: REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA

Trabalho submetido por
Ana Filipa Salema Franco
para a obtenção do grau de Mestre em Medicina Dentária

novembro de 2017



INSTITUTO SUPERIOR DE CIÊNCIAS DA SAÚDE EGAS MONIZ

MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA

MINI-IMPLANTES EM ORTODONTIA: REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA

Trabalho submetido por
Ana Filipa Salema Franco
para a obtenção do grau de Mestre em Medicina Dentária

Trabalho orientado por
Professora Doutora Teresa Sobral Costa

e coorientado por
Mestre Vasco Nunes da Silva

novembro de 2017

“Nosso cérebro é o melhor brinquedo já criado: nele se encontram todos os segredos,
inclusive o da felicidade. A vida é maravilhosa se você não tem medo dela”

Charles Chaplin

AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Superior de Ciências da Saúde Egas Moniz, incluindo todos os professores e funcionários que fizeram parte do meu percurso académico.

À minha orientadora, Professora Doutora Teresa Sobral Costa, pelo tempo dispensado para a orientação da minha tese. Por todo o apoio que me deu e críticas construtivas que efectuou e que enriqueceram o meu trabalho, levando-me a refletir, a aprofundar e a desenvolver o tema a que me propus.

Ao meu co-orientador, Mestre Vasco Nunes da Silva, pela disponibilidade e por todas as sugestões que me deu, de forma a organizar todo o meu trabalho e a estruturar ideias.

Aos meus pais, que sempre me apoiaram nas minhas ideias e me encorajaram a procurar e realizar os meus sonhos, sem eles nada seria possível. Por tudo o que podiam fazer por mim e fizeram e a tudo o que não podiam fazer e fizeram na mesma.

Ao meu irmão mais novo, que sempre esteve presente em todos os momentos. Pela ajuda, ainda que não propositada, para a escolha deste tema para a tese, dado que se encontra em tratamento ortodôntico com mini-implantes.

Ao meu namorado que, apesar de não ter acompanhado todo o meu percurso académico, foi uma pessoa muito importante para a conclusão desta etapa da minha vida. A todos os momentos e, principalmente, ao sorriso que me faz ter todos os dias e à força que me dá para superar qualquer obstáculo.

À minha melhor amiga de infância, Joana, com quem tenho o orgulho de partilhar a minha vivência académica, uma vez que também está a concluir o Mestrado Integrado em Medicina Dentária na Faculdade Egas Moniz.

Ao meu grupo de amigos da faculdade, cujos nomes não vou referir porque sabem quem são e, particularmente, ao meu colega de box, Francisco, pelos 2 anos que passámos juntos na clínica, por todo o apoio, por todas as gargalhadas, por todas as brincadeiras e a pelas noitadas sofridas em conjunto antes dos exames.

Aos restantes familiares e amigos, que acompanharam o meu crescimento e que constantemente me incentivaram a seguir o caminho que sempre desejei, contribuindo, desta forma, para a conclusão do meu percurso académico com sucesso.

RESUMO

A presente revisão bibliográfica aborda o tema “Mini-implantes em Ortodontia”. Os mini-implantes têm sido referenciados como um sistema de ancoragem temporário bastante utilizado em tratamentos ortodônticos.

Esta monografia tem como objetivo apresentar as características dos mini-implantes, procedimento clínico de inserção e remoção, as cargas a que estão sujeitos, fatores que influenciam as taxas de sucesso, a cicatrização do contacto osso-mini-implante, as suas possíveis complicações e tipos de tratamentos ortodônticos com estes dispositivos de ancoragem temporária.

Na pesquisa bibliográfica, foi utilizado o motor de busca B-On, através das palavras-chave “ortodontia”, “dispositivos de ancoragem temporária”, “mini-implantes” e “ancoragem absoluta”.

ABSTRACT

This literature review addresses the subject "Mini-implants in Orthodontics". Mini-implants have been referenced as a temporary anchoring system widely used in orthodontic treatments.

The aim of this study was to present the characteristics of mini-implants, indications and contraindications, clinical placement and removal procedures, loads which they are subject, factors that influence the success rates, healing of the bone-mini-implant contact, its possible complications and types of orthodontic treatments with these temporary anchoring devices.

In the bibliographic research it was used the B-On as search engine, using the keywords "orthodontics", "temporary anchoring devices", "mini-implants" and "absolute anchorage".

ÍNDICE GERAL

| | |
|---|----|
| 1. INTRODUÇÃO..... | 11 |
| 2. DESENVOLVIMENTO..... | 15 |
| 2.1. CARACTERÍSTICAS DOS MINI-IMPLANTES | 15 |
| 2.1.1. DEFINIÇÃO | 15 |
| 2.1.2. CLASSIFICAÇÃO | 15 |
| 2.1.3. PROPRIEDADES | 17 |
| 2.1.3.1. BIOCOMPATIBILIDADE | 17 |
| 2.1.3.2. OSTEOINTEGRAÇÃO | 17 |
| 2.1.3.3. MATERIAL | 17 |
| 2.1.3.4. TIPOS DE ANCORAGEM | 18 |
| 2.1.3.5. <i>DESIGN</i> DA CABEÇA | 18 |
| 2.1.3.6. <i>DESIGN</i> DO CORPO | 18 |
| 2.1.4. TIPOS..... | 20 |
| 2.2. VANTAGENS DOS MINI-IMPLANTES | 21 |
| 2.3. INDICAÇÕES DOS MINI-IMPLANTES | 22 |
| 2.3.1. CORREÇÕES NO PLANO ÂNTERO-POSTERIOR | 22 |
| 2.3.2. CORREÇÕES NA DIMENSÃO VERTICAL | 23 |
| 2.3.3. ORTODONTIA PRÉ-PROTÉTICA E MOVIMENTO DE UM ÚNICO DENTE | 24 |
| 2.4. CONTRA-INDICAÇÕES DOS MINI-IMPLANTES | 24 |
| 2.5. PROCEDIMENTO CLÍNICO..... | 25 |
| 2.5.1- POSSÍVEIS LOCAIS PARA A INSERÇÃO DE MINI-IMPLANTES | 25 |
| 2.5.2. DIREÇÃO DE INSERÇÃO DOS MINI-IMPLANTES | 27 |
| 2.5.3. PROCEDIMENTO CLÍNICO PARA A INSERÇÃO DE MINI-IMPLANTES..... | 28 |
| 2.5.4. ESTABILIDADE DOS MINI-IMPLANTES, CARGA E ANCORAGEM | 32 |
| 2.5.5. CICATRIZAÇÃO DO CONTACTO OSSO/MINI-IMPLANTE..... | 34 |

| | |
|--|----|
| 2.5.6. MANUTENÇÃO DOS MINI-IMPLANTES | 36 |
| 2.5.7. PROCEDIMENTO CLÍNICO PARA A REMOÇÃO DE MINI-IMPLANTES | 36 |
| 2.5.8. CICATRIZAÇÃO DO LOCAL | 37 |
| 2.6. COMPLICAÇÕES DOS MINI-IMPLANTES | 37 |
| 2.6.1. TRAUMA DO LIGAMENTO PERIODONTAL OU DA RAIZ..... | 37 |
| 2.6.2. COBERTURA DA CABEÇA DO MINI-IMPLANTE E ACESSÓRIOS COM TECIDO MOLE | 39 |
| 2.6.3. INFLAMAÇÃO/INFEÇÃO DO TECIDO MOLE OU PERI-IMPLANTITE..... | 39 |
| 2.6.4. INSUCESSO DA ANCORAGEM ESTACIONÁRIA SOB CARGA ORTODÔNTICA | 40 |
| 2.6.5. ERROS BIOMECÂNICOS | 41 |
| 2.6.6. FALHAS INTRÍNSECAS | 42 |
| 2.6.6.1. INALAÇÃO E INGESTÃO | 42 |
| 2.6.6.2. FRATURA | 43 |
| 2.7. TRATAMENTO ORTODÔNTICO COM MINI-IMPLANTES | 43 |
| 2.7.1. INTRUSÃO DA DENTIÇÃO | 43 |
| 2.7.2. INTRUSÃO OU EXTRUSÃO DE DENTES INDIVIDUAIS | 44 |
| 2.7.3. RETRAÇÃO DOS DENTES ANTERIORES | 44 |
| 2.8. CASOS CLÍNICOS | 45 |
| 2.8.1. INTRUSÃO DOS DENTES POSTERIORES PARA CORREÇÃO DE UMA MORDIDA ABERTA ANTERIOR | 45 |
| 2.8.2. INTRUSÃO DE UM MOLAR PARA REABILITAÇÃO PROTÉTICA | 48 |
| 2.8.3. RETRAÇÃO DOS INCISIVOS ANTERIORES SUPERIORES | 51 |
| 3. CONCLUSÃO | 55 |
| 4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 57 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1. Mini-implantes em ortodontia..... | 16 |
| Figura 2. Mini-placas em ortodontia | 16 |
| Figura 3. Implantes palatinos em ortodontia. | 16 |
| Figura 4. <i>Onplants</i> em ortodontia..... | 16 |
| Figura 5. Tipos de ancoragem | 18 |
| Figura 6. Diferentes mini-implantes..... | 19 |
| Figura 7. Tipos de mini-implantes..... | 20 |
| Figura 8. Correção no plano ântero-posterior: protrusão molar. | 23 |
| Figura 9. Correção no plano vertical: intrusão molar | 24 |
| Figura 10. Exemplos de possíveis locais para a colocação de mini-implantes | 26 |
| Figura 11. Exemplos de possíveis locais para a colocação de mini-implantes | 26 |
| Figura 12. Ângulo de inserção dos mini-implantes | 28 |
| Figura 13. Mini-implante inserido no osso..... | 29 |
| Figura 14. Fotografias intra-orais após a colocação de mini-implantes | 32 |
| Figura 15. Imagens 3D após a colocação de mini-implantes. | 32 |
| Figura 16. Radiografias que demonstram danos radiculares | 38 |
| Figura 17. Inflamação do tecido mole em redor do mini-implante colocado na mucosa | 40 |
| Figura 18. Danos na mucosa pela confecção inadequada do buraco piloto | 41 |
| Figura 19. Erros biomecânicos | 42 |
| Figura 20. Dispositivos de ancoragem temporária bilaterais | 42 |
| Figura 21. Fotografias extra-orais pré-tratamento | 45 |
| Figura 22. Cefalograma, fotografias intra-orais e ortopantomografia pré-tratamento. ... | 46 |
| Figura 23. Fotografias intra-orais com um expansor maxilar e a aplicação de forças intrusivas nos mini-implantes..... | 46 |
| Figura 24. Fotografias intra-orais após intrusão molar e mordida aberta corrigida | 47 |
| Figura 25. Fotografias intra-orais e ortopantomografia pós-tratamento..... | 47 |
| Figura 26. Fotografias extra-orais pós-tratamento. | 48 |
| Figura 27. Resultado final. | 48 |
| Figura 28. Pré-tratamento. | 49 |
| Figura 29. Forças intrusivas diretamente aplicadas dos mini-implantes para o molar extruído, através de cadeias de elásticos | 49 |

| | |
|--|----|
| Figura 30. Final do tratamento. | 50 |
| Figura 31. Consulta de controlo após 5 anos..... | 50 |
| Figura 32. Fotografias extra-orais. | 51 |
| Figura 33. Fotografias intra-orais que demonstram a correção da constrição mandibular e da mordida cruzada dos primeiros molares | 52 |
| Figura 34. Fotografias intra-orais antes da colocação dos mini-implantes | 52 |
| Figura 35. Fotografias intra-orais após colocação de mini-implantes..... | 53 |
| Figura 36. Fotografias intra-orais durante o tratamento..... | 53 |
| Figura 37. Fotografias intra-orais pós-tratamento. | 54 |
| Figura 38. Sobreposição do incisivo superior antes e depois do tratamento..... | 54 |

LISTA DE ABREVIATURAS

Ti-6Al-4V – Liga de titânio constituída por 89.5% titânio, 6% alumínio, 4% vanádio e 0.5% outros

mm – Milímetros

cm – Centímetros

° – Graus

N/cm – Newton por centímetro

rpm – Rotações por minuto

3D – 3 dimensões

g – Gramas

BIC – *Bone Implant Contact* (Contacto osso/mini-implante)

% – Percentagem

µm – Micrómetros

ATM – Articulação temporomandibular

ENA – Espinha nasal anterior

ENP – Espinha nasal posterior

1. INTRODUÇÃO

Hoje em dia, com o contínuo desenvolvimento da Medicina Dentária, a população exige uma melhor estética a nível dentário, bem como uma melhor oclusão, por isso, algumas pessoas recorrem à ortodontia. (Zhang et al., 2016).

A ortodontia corrige posicionamentos dentários incorretos, exercendo uma pressão contínua sobre os dentes e o osso alveolar. Durante o tratamento ortodôntico, toda a força exercida sobre um dente gera uma força igual, mas na direcção oposta (Nova, Carvalho, Elias, & Artese, 2008; Zhang et al., 2016).

A ancoragem é definida como a resistência ao movimento dentário indesejável, sendo normalmente composta por dentes hígidos, palato ou dispositivos de ancoragem. Quando a unidade de ancoragem se mantém completamente estacionária e as forças aplicadas são transferidas para o osso estamos perante uma ancoragem esquelética ou absoluta (Baumgaertel, Razavi, & Hans, 2008; Nova et al., 2008).

Os implantes osteointegrados são considerados fontes de ancoragem seguras em ortodontia, porém, apresentam limitações como: o longo tempo de espera para que ocorra uma boa osteointegração, a necessidade de uma cirurgia invasiva e custos elevados (Carano, Velo, Leone, & Siciliani, 2005; Fritz, Ehmer, & Diedrich, 2004).

Para além das suas limitações já referidas, a colocação dos implantes dentários é efetuada em zonas edêntulas, com osso suficiente para a ancoragem, no entanto, a maioria dos pacientes ortodônticos insere-se na faixa etária jovem, por isso, geralmente as zonas edêntulas são inexistentes. De qualquer modo, não é recomendada a colocação de implantes convencionais em pacientes do sexo feminino e masculino com menos de 16 e 18 anos de idade, respetivamente (Carano, Velo, et al., 2005; T Deguchi et al., 2003).

Novos dispositivos como *onplants*, mini-placas e implantes palatinos foram desenvolvidos especificamente para serem utilizados em tratamentos ortodônticos. Contudo, estes ainda apresentavam algumas restrições, à semelhança dos implantes convencionais, pelo que foram introduzidos no mercado os mini-implantes (Carano, Velo, et al., 2005; Reynders, Ronchi, & Bipat, 2009).

Em 1983, Creekmore e Eklund foram os primeiros Médicos Dentistas a sugerir um parafuso de metal de reduzidas dimensões, que poderia suportar uma força constante de

magnitude e duração suficientemente capazes de reposicionar toda a dentição maxilar anterior, com a particularidade de não ficar solto, não ser um procedimento doloroso e não infectar (Creekmore & Eklund, 1983).

Os mini-implantes possuem diferentes características, ou seja, o diâmetro do corpo, o comprimento, o *design* da cabeça, o torque de aplicação e a sua localização, sendo que todos estes fatores vão contribuir para a sua taxa de sucesso (Baumgaertel et al., 2008; Reynders et al., 2009).

Estes dispositivos de ancoragem temporária dividem-se em auto-perfurantes e auto-rosqueantes. Os sistemas de mini-implantes auto-rosqueantes necessitam de um buraco piloto antes da colocação do mini-implante, por isso, são considerados mais invasivos. Por outro lado, os mini-implantes auto-perfurantes necessitam de elevadas forças para a perfuração do osso cortical, podendo comprometer tanto o osso como o parafuso (Baumgaertel et al., 2008).

Aquando da colocação dos mini-implantes, a escolha do local correto é um fator muito importante para o sucesso geral do tratamento. Os mini-implantes têm a particularidade de poderem ser colocados em locais não convencionais e não sofrerem um processo de osteointegração igual aos implantes tradicionais, permitindo assim que sejam facilmente removidos no final do tratamento ortodôntico (Carano, Velo, et al., 2005; Vande Vannet, Sabzevar, Wehrbein, & Asscherickx, 2007).

Por serem utilizados em períodos de tempo específicos, os mini-implantes sofrem, sobretudo, retenção mecânica que, ao contrário dos implantes convencionais, nem sempre estão sujeitos a osteointegração. Este facto explica o porquê de os mini-implantes apresentarem mobilidade ocasional e poderem ter de ser removidos durante o tratamento (Heymann & Tulloch, 2006; Mitsuru Motoyoshi et al., 2010; Papadopoulos & Tarawneh, 2007).

Relativamente às suas vantagens, poder-se-á referir o seu tamanho reduzido, a possibilidade de proporcionarem ancoragem absoluta, apenas ser necessária uma pequena cirurgia para a sua colocação e poder ser efetuada carga imediata. Para além disto, não apresentam praticamente limitações anatómicas, o conforto do paciente é maior e os custos são mais reduzidos, quando comparados com os implantes convencionais (Reynders et al., 2009; Yamaguchi, Inami, Ito, Kasai, & Tanimoto, 2012).

Apesar das suas vantagens, quando comparados com sistemas de ancoragem tradicional, os pacientes com a necessidade de tratamento ortodôntico associado a mini-implantes podem estar sujeitos a diversas complicações, nomeadamente, durante a inserção, pelo insucesso da carga ortodôntica, por inflamação ou infeção, pela fratura do dispositivo, entre outras (Roncone, 2011; Yamaguchi et al., 2012).

Antes do início do tratamento ortodôntico, é bastante importante averiguar a história clínica de cada paciente, uma vez que os mini-implantes estão contra-indicados em indivíduos que apresentem determinados quadros clínicos como, por exemplo: doenças sistémicas, metabólicas, hematológicas, ósseas, pacientes submetidos a tratamentos específicos, grávidas, falta de higiene oral e crianças com dentição decídua ou mista (Marassi, Leal, Herdy, Chianelli, & Sobreira; 2005 H.-P. Chang & Tseng, 2014).

Neste contexto, este trabalho tem como objetivo principal analisar todos os parâmetros acima referidos, partindo de diversos estudos, averiguando, tanto os aspetos que proporcionam uma maior taxa de sucesso dos mini-implantes, como os fatores relacionados com o seu insucesso, possíveis consequências e casos clínicos onde a utilização dos mini-implantes pode ser uma mais-valia.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1. CARACTERÍSTICAS DOS MINI-IMPLANTES

2.1.1. DEFINIÇÃO

Os mini-implantes são caracterizados como dispositivos de menores dimensões que os implantes dentários convencionais, cuja inserção e remoção são relativamente simples. Estes dispositivos possibilitam inúmeras aplicações clínicas, proporcionando uma ancoragem esquelética temporária, dado que são removidos no final do tratamento (Kanomi, 1997; Papadopoulos & Tarawneh, 2007).

Várias denominações são conhecidas, como: “dispositivo de ancoragem temporária”, “mini-implante”, “micro-implante”, “mini-parafuso” e “micro-parafuso”. Contudo, na literatura ortodôntica, o termo mais frequentemente utilizado é “mini-implante” (Papadopoulos & Tarawneh, 2007; Reynders et al., 2009).

2.1.2. CLASSIFICAÇÃO

Segundo Cope, os métodos de ancoragem esquelética são classificados em dois grupos: biocompatíveis (dispositivos de ancoragem temporária) ou de natureza biológica (dentes anquilosados ou dilacerados). O autor dividiu ainda os grupos em bioquímicos (osteointegrados) e mecânicos (não osteointegrados), de acordo com o modo como estão ligados ao osso (Cope, 2005).

Com o intuito de proceder a uma classificação mais completa, Labanauskaite *et al.* sugeriram o seguinte (Labanauskaite, Jankauskas, Vasiliauskas, & Haffar, 2005):

- Classificação de acordo com a forma e tamanho:
 - Cilíndricos
 - Mini-implantes (Figura 1)
 - Implantes palatinos (Figura 3)
 - Implantes convencionais
 - Mini-placas (Figura 2)
 - *Onplants* (Figura 4)
- Classificação de acordo com o contacto osso-implante:
 - Osteointegrado
 - Não osteointegrado

- Classificação de acordo com a aplicação:
 - Utilizados apenas em ortodontia (implantes ortodônticos)
 - Utilizados em prostodontia e ortodontia (implantes prostodônticos)

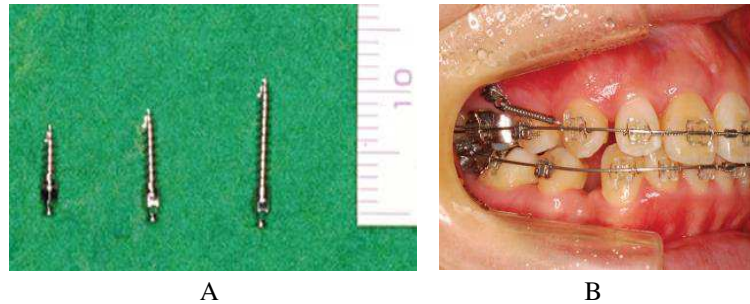


Figura 1. Mini-implantes em ortodontia. A – Mini-implantes. B – O canino superior direito foi distalizado com uma mola fechada, através do mini-implante. (Yamaguchi et al., 2012)

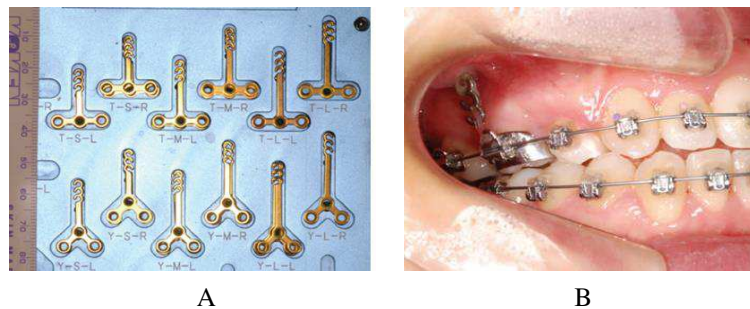


Figura 2. Mini-placas em ortodontia. A – Mini-placas. B – O 1º molar superior direito foi intruído com uma cadeia elástica através da mini-placa. (Yamaguchi et al., 2012)



Figura 3. Implantes palatinos em ortodontia. (Yamaguchi et al., 2012)

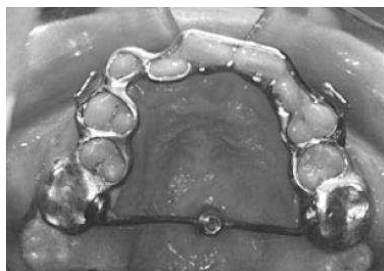


Figura 4. Onplants em ortodontia. (Hong, Ngan, Li, Qi & Wei, 2005)

2.1.3. PROPRIEDADES

As principais diferenças entre os mini-implantes e os implantes convencionais estão relacionadas com a sua composição, diâmetro, comprimento e características a nível de *design* (Tepedino, Masedu, & Chimenti, 2017).

Segundo Papadopoulos e Tarawneh, o mini-implante ideal satisfaz os seguintes requisitos: disponível com diferentes diâmetros, comprimentos e *designs* da cabeça, fácil inserção, auto-rosqueante ou auto-perfurante, capaz de suportar cargas imediatas, remoção simples e baixo custo (Papadopoulos & Tarawneh, 2007).

2.1.3.1. BIOCOMPATIBILIDADE

A biocompatibilidade é descrita como a propriedade dos materiais que os torna compatíveis com o corpo humano, com o objetivo de serem aceites pelo organismo sem a ocorrência de efeitos adversos e deteriorização química e mecânica (Vlasa et al., 2017).

2.1.3.2. OSTEOINTEGRAÇÃO

A osteointegração é caracterizada como a ligação direta, estrutural e funcional entre a superfície do implante e os tecidos duros. Este é um processo dinâmico que envolve uma fixação mecânica e biológica, exigindo uma remodelação óssea que ocorre no contacto entre o osso e o implante, determinando a sua adaptação funcional (P.-C. Chang & Giannobile, 2012; Guo, Matinlinna, & Tang, 2012).

Nos implantes tradicionais utilizados em ortodontia, a osteointegração é uma grande desvantagem, dado que dificulta bastante a sua remoção no final do tratamento. Deste modo, têm sido utilizados mini-implantes como dispositivos de ancoragem temporária, que sofrem maioritariamente retenção mecânica, permitindo uma remoção facilitada quando necessário (Papadopoulos & Tarawneh, 2007; Reynders et al., 2009).

2.1.3.3. MATERIAL

O titânio e as suas ligas são bastante utilizados em Medicina Dentária, nomeadamente em implantes dentários e mini-implantes, devido às suas propriedades mecânicas satisfatórias, resistência à corrosão e biocompatibilidade (Vlasa et al., 2017).

Ao contrário dos implantes dentários convencionais, que são constituídos por titânio puro, os mini-implantes são fabricados com ligas de Ti-6Al-4V (89.5% de titânio, 6% de alumínio, 4% de vanádio e 0.5% outros). Este facto ocorre devido a 3 fatores (Nova et al., 2008):

- Como os mini-implantes têm diâmetros reduzidos, as ligas de titânio são mais adequadas que o titânio puro, pois proporcionam uma resistência mecânica maior.
- Os mini-implantes baseiam-se na estabilidade mecânica primária e não na estabilidade secundária, como os dispositivos que sofrem osteointegração.
- A facilidade de remoção no final do tratamento é conseguida através da liga Ti-6Al-4V que possui características bioativas inferiores ao titânio puro, garantindo um grau de osteointegração baixo.

2.1.3.4. TIPOS DE ANCORAGEM

Os mini-implantes podem promover dois tipos de ancoragem: direta ou indireta (Figura 5). Quando se pretende uma ancoragem direta, os mini-implantes recebem diretamente as forças, atuando como uma unidade de âncora única (Figura 5A). Por outro lado, na ancoragem indireta, estes estão ligados através de barras ou fios à unidade reativa (Figura 5B) (Papadopoulos & Tarawneh, 2007).

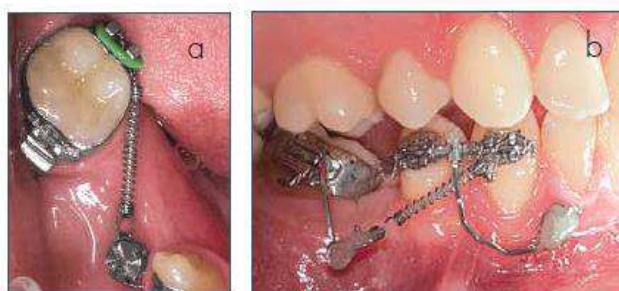


Figura 5. Tipos de ancoragem. A – Ancoragem direta. B – Ancoragem indireta. (Luzi, Verna, & Melsen, 2007)

2.1.3.5. DESIGN DA CABEÇA

A maior parte dos mini-implantes estão disponíveis com vários *designs*, capazes de acomodar tanto a ancoragem direta como a indireta, impedindo a inflamação dos tecidos moles circundantes. O *design* mais frequente da cabeça do mini-implante é em forma de botão com uma esfera, dupla esfera ou em forma de hexágono (Figura 6) (Papadopoulos & Tarawneh, 2007).

2.1.3.6. DESIGN DO CORPO

Os mini-implantes possuem diferentes diâmetros e comprimentos (Figura 6), de modo a satisfazer todas as condições necessárias, aquando da sua colocação tanto na maxila como na mandíbula, nos diversos tratamentos ortodônticos. A maior parte dos mini-

implantes utilizados apresentam diâmetros cujos valores variam de 1.2 a 2mm e os comprimentos de 4 a 12mm (Carano, Velo, et al., 2005; R. Herman & Cope, 2005; Kyung, 2003; Maino, Mura, & Bednar, 2005; Melsen & Verna, 2005).

Numa compilação de estudos efetuada por Reynders *et al.*, os diâmetros dos mini-implantes utilizados variaram de 1 a 2.3mm, com taxas de sucesso entre os 0-100% (Reynders et al., 2009). Contudo, verificou-se a perda daqueles com apenas 1mm de diâmetro (Miyawaki et al., 2003).

Mini-implantes que possuem diâmetros menores são mais fáceis de colocar nos espaços interradiculares, no entanto, a força de torção aplicada tem de ser maior, aumentando, assim, o risco de fratura. Deste modo, sugeriu-se que a colocação de mini-implantes com diâmetros menores que 1.3mm deveria ser evitada, particularmente em osso cortical denso, como na mandíbula (Carano, Lonardo, Velo, & Incorvati, 2005).

O comprimento dos mini-implantes para cada tratamento é determinado pela profundidade e qualidade do osso, angulação do parafuso, espessura da mucosa e estruturas vitais adjacentes (Reynders et al., 2009).

Costa *et al.* afirmaram que mini-implantes com comprimentos entre os 4 e os 6mm são adequados para a maioria dos locais (Antonio Costa, Pasta, & Bergamaschi, 2005). Porém, segundo Berens *et al.*, a profundidade mínima de inserção de um mini-implante é de, pelo menos, 5 a 6mm, mas colocações mais profundas podem ser recomendadas, caso o osso seja de fraca qualidade (Berens, Wiechmann, & Dempf, 2006).

Foi descrito que mini-implantes com comprimentos reduzidos são facilmente perdidos em locais onde os tecidos são mais espessos, como é o caso da mucosa palatina. Assim sendo, nestas situações, são recomendados dispositivos com comprimentos maiores (Kuroda, Sugawara, Deguchi, Kyung, & Takano-Yamamoto, 2007; Maino et al., 2005; Melsen, 2005; Reynders et al., 2009; Tseng et al., 2006).



Figura 6. Diferentes mini-implantes. (Luzi et al., 2007)

2.1.4. TIPOS

De acordo com a técnica de inserção, os mini-implantes podem ser divididos em auto-perfurantes e auto-rosqueantes (Figura 7). Os sistemas de mini-implantes auto-perfurantes têm uma ponta cortante, ou seja, possuem um sistema de perfuração automática (Figura 7A). Por outro lado, os mini-implantes auto-rosqueantes têm uma ponta não cortante e, por este motivo, necessitam de um buraco piloto do mesmo comprimento do mini-implante antes da sua inserção (Figura 7B) (Baumgaertel et al., 2008; Tepedino et al., 2017).

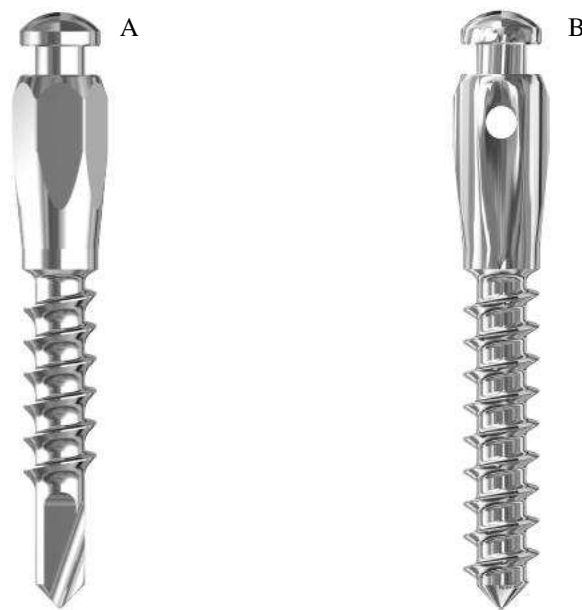


Figura 7. Tipos de mini-implantes. A – Mini-implantes auto-perfurantes. B – Mini-implantes auto-rosqueantes. (Tepedino et al., 2017)

Geralmente, os mini-implantes auto-rosqueantes são considerados sistemas ligeiramente mais invasivos, apesar de apresentarem vantagens na perfuração do osso cortical. No caso dos auto-perfurantes, podem ser necessárias forças elevadas para a perfuração do osso cortical, tendo este processo algumas desvantagens associadas como, por exemplo, uma maior compressão do osso que origina o desconforto do paciente e reabsorção que, consequentemente, conduzirá à falha do mini-implante. Através da aplicação de uma força excessiva, pode existir um desvio do trajeto do dispositivo (Baumgaertel et al., 2008; N.-K. Lee & Baek, 2010).

Segundo Maino *et al.*, tanto os sistemas auto-perfurantes, como os auto-rosqueantes podem ser colocados na zona dentoalveolar sem a necessidade de um buraco piloto

prévio, se o osso cortical for fino (Maino et al., 2005). Quando é necessária a confecção de um buraco piloto, o tamanho do furo não deve ser superior a 85% do diâmetro do eixo do mini-implante para que exista a obtenção de uma estabilidade óptima (Gantous & Phillips, 1995).

Relativamente às forças aplicadas nos mini-implantes auto-perfurantes, a resistência encontrada na perfuração do osso cortical pode aumentar o risco de fratura. Por outro lado, após a perfuração do buraco piloto, os mini-implantes auto-rosqueantes são colocados sem qualquer dificuldade e com o mínimo de danos nos tecidos, não permitindo a ocorrência desvios (Baumgaertel et al., 2008).

É, também, importante salientar que, em locais como na maxila posterior, onde o osso cortical é mais fino, pode não haver a necessidade de perfurar um buraco piloto. Neste caso, pode ser utilizado um sistema auto-perfurante, de modo a tornar a colocação do mini-implante mais simples. O facto de não serem utilizadas brocas, pode ter vantagens psicológicas no paciente e, para além disso, este sistema apresenta uma melhor estabilidade primária em comparação com o auto-rosqueante (Baumgaertel et al., 2008; Wilmes, Rademacher, Olthoff, & Drescher, 2006).

De acordo com estudos de Barbosa *et al.*, demonstrou-se que existe uma maior taxa de sucesso quando são utilizados sistemas auto-perfurantes. Acredita-se que isto ocorre porque estes mini-implantes preservam uma maior quantidade de osso entre as espiras durante a sua inserção, aumentando a superfície de contacto com o osso (Barbosa, Portugal, Paiva, Costa, & Rabêlo, 2012).

Assim sendo, a combinação ideal aparenta ser um sistema auto-perfurante, mas com a confecção de um buraco piloto que não seja do comprimento total do mini-implante, combinando as vantagens de ambos os sistemas apresentados anteriormente (Baumgaertel et al., 2008).

2.2. VANTAGENS DOS MINI-IMPLANTES

Os mini-implantes possuem diversas vantagens, quando comparados com os implantes convencionais, tais como: o seu tamanho reduzido, a facilidade de colocação e remoção, as poucas limitações anatómicas, a possibilidade de serem sujeitos a carga imediata sem esperar meses pela cicatrização, conforto para o paciente e o rácio custo-benefício (Reynders et al., 2009; Yamaguchi et al., 2012).

Outra grande vantagem dos mini-implantes é o facto de terem a capacidade de movimentar vários dentes sem se verificar perda de ancoragem. Para além disso, podem ser colocados em locais pouco convencionais, incluindo: regiões interradiculares, palato, processo zigomático, tuberosidade maxilar e região retromolar (Carano, Velo, et al., 2005; Marassi & Marassi, 2008; Yamaguchi et al., 2012)

Estes dispositivos de ancoragem temporária são utilizados, principalmente, quando é necessária uma ancoragem absoluta, sendo esta condição geralmente inalcançável através da ortodontia convencional, com a exceção de quando existem dentes anquilosados, que podem ser utilizados para o mesmo fim (Baumgaertel et al., 2008).

2.3. INDICAÇÕES DOS MINI-IMPLANTES

É essencial o planeamento apropriado do tratamento ortodôntico pelo Médico Dentista, de modo a que os mini-implantes sejam utilizados de forma adequada e proporcionem melhores resultados. Devido à sua versatilidade, em algumas situações, os mini-implantes substituem tratamentos que poderiam ser tratados com a mecânica tradicional, contribuindo para que o problema seja resolvido num período mais curto e, por vezes, com um resultado mais previsível (Baumgaertel et al., 2008).

De acordo com o artigo de Baumgaertel *et al.*, todos os objetivos de tratamento abaixo indicados podem ser favorecidos pela utilização de mini-implantes (Baumgaertel et al., 2008).

2.3.1. CORREÇÕES NO PLANO ÂNTERO-POSTERIOR (Chung, Cho, Kim, Kook, & Cozzani, 2007; Gelgör, Büyükyılmaz, Karaman, Dolanmaz, & Kalaycı, 2004; R. J. Herman, Currier, & Miyake, 2006; H.-S. Park & Kwon, 2004)

- A escolha entre o primeiro e segundo pré-molares pode ser feita tendo em conta a anatomia dentária, o estado periodontal e restaurador.
- Os mini-implantes podem ser utilizados para a protrusão de seções posteriores, principalmente no caso de encerramento de zonas edêntulas, após extração agenésia ou perda de peças dentárias, desde que a reabilitação protética não seja uma opção de tratamento (Figura 8). O mesmo se verifica em locais de extração com rebordos alveolares colapsados, dado que é possível tirar partido do potencial osteogénico do movimento dentário em ortodontia.
- Em pacientes com protrusão severa bimaxilar, cujas principais queixas são a presença de um perfil facial desagradável, incompetência labial e rejeição da

ideia de utilizar aparelhos extra-orais, verifica-se que os mini-implantes são uma boa opção, após extração dos 4 pré-molares, permitindo assim uma retração máxima com impacto no perfil.

- Pacientes adultos, com má oclusão Classe II de Angle e um trespasse horizontal acentuado com extração do primeiro ou segundo pré-molares maxilares e retração dos dentes anteriores da maxila, podem beneficiar da ancoragem absoluta através dos mini-implantes, uma vez que, nesta situação, a perda de ancoragem é desfavorável. O tempo de tratamento será reduzido devido à retração da dentição em massa.
- Em pacientes que necessitam de mesialização canina devido à agnêsia do incisivo lateral, a ancoragem absoluta irá permitir a protrusão dos dentes posteriores.
- Por último, também podem beneficiar com este tratamento pacientes que necessitam de proceder à distalização molar para correção de uma Classe II de Angle e alívio de apinhamentos dentários.

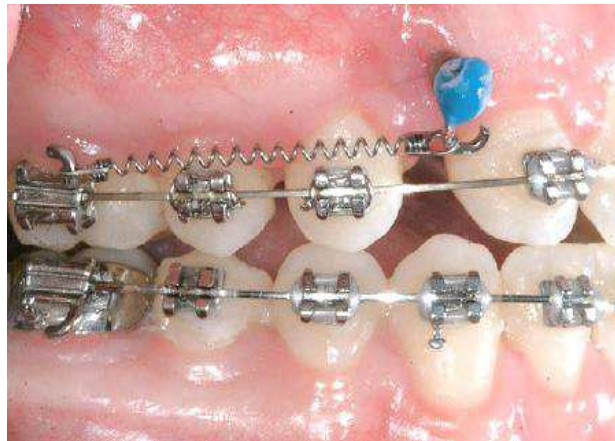


Figura 8. Correção no plano ântero-posterior: protrusão molar. (Baumgaertel et al., 2008)

2.3.2. CORREÇÕES NA DIMENSÃO VERTICAL (Creekmore & Eklund, 1983; Erverdi, Keles, & Nanda, 2004; Kuroda, Katayama, & Takano-Yamamoto, 2004; Ohnishi, Yagi, Yasuda, & Takada, 2005; H.-S. Park & Kwon, 2004)

- No caso de pacientes que apresentem excesso maxilar posterior, as mordidas abertas anteriores podem ser corrigidas através da intrusão dos segmentos posteriores maxilares (Figura 9).
- Pacientes hiperdivergentes (dolicofaciais) podem efetuar o tratamento com mini-implantes para o controlo vertical dos segmentos inferiores mandibulares.

- Mordidas abertas anteriores podem ser corrigidas através da combinação das duas alíneas anteriores.
- Em pacientes com mordida profunda e sorriso gengival excessivo, pode proceder-se à intrusão dos incisivos maxilares com mini-implantes.
- Em pacientes com mordida profunda e curva de Spee acentuada, pode proceder-se à intrusão dos incisivos mandibulares com mini-implantes.
- As mordidas profundas podem corrigir-se pela associação das duas alíneas anteriores.
- Pacientes com planos oclusais inclinados também têm tratamento.



Figura 9. Correção no plano vertical: intrusão molar. (Baumgaertel et al., 2008)

2.3.3. ORTODONTIA PRÉ-PROTÉTICA E MOVIMENTO DE UM ÚNICO DENTE (Jane Yao et al., 2004)

- Os mini-implantes podem ser utilizados para verticalização dos molares, manutenção de espaço e intrusão de apenas um único dente, no caso de pacientes que apresentem dentes antagonistas extruídos.

2.4. CONTRA-INDICAÇÕES DOS MINI-IMPLANTES

Todos os pacientes que sejam sujeitos à colocação de mini-implantes para tratamento ortodôntico têm de ser submetidos a uma anamnese rigorosa, de modo a verificar se realmente podem utilizar este método de ancoragem temporária, sem prejudicar a sua saúde (Marassi et al., 2005).

As contra-indicações dos mini-implantes são consideradas como absolutas, no caso de pacientes que não podem ser submetidos a intervenções cirúrgicas, devido a (H.-P. Chang & Tseng, 2014; Marassi et al., 2005):

- Distúrbios metabólicos, por exemplo, diabetes tipo 1;

- Distúrbios hematológicos, por exemplo, anemia ou leucopenia;
- Distúrbios ósseos localizados;
- Distúrbios sistêmicos;
- Pacientes sob tratamento de radioterapia.

Relativamente às contra-indicações temporárias, podem ser incluídos neste grupo (H.-P. Chang & Tseng, 2014; Marassi et al., 2005):

- Pacientes com má higiene oral;
- Pacientes com hábitos tabágicos extremos;
- Presença de espaço insuficiente entre raízes;
- Pacientes grávidas, devido à possibilidade de gengivite gravítica.

Os mini-implantes podem, também, estar contra-indicados em crianças com dentição decídua ou mista (H.-P. Chang & Tseng, 2014).

2.5. PROCEDIMENTO CLÍNICO

2.5.1- POSSÍVEIS LOCAIS PARA A INSERÇÃO DE MINI-IMPLANTES

Os mini-implantes podem ser inseridos tanto na maxila como na mandíbula, sendo os possíveis locais para sua colocação (Figura 10 e Figura 11) (Carano, Velo, et al., 2005; Melsen, 2005):

- Maxila
 - Zona interradicular
 - Vestibular
 - Palatina
 - Zona mediana e paramediana do palato
 - Tuberosidade maxilar
 - Crista infra-zigomática
 - Abaixo da espinha nasal
- Mandíbula
 - Zona interradicular
 - Vestibular
 - Lingual
 - Zona retromolar
 - Sínfise ou parasínfise

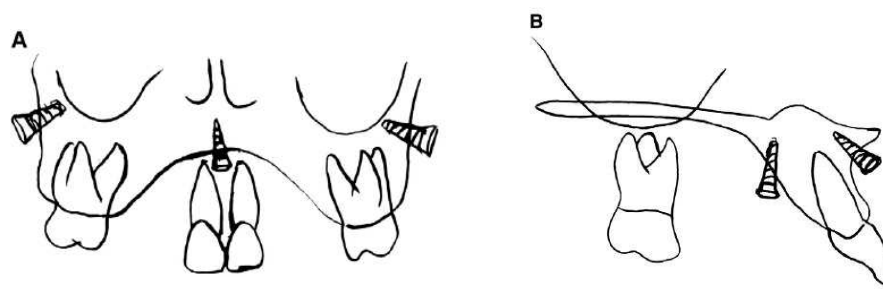


Figura 10. Exemplos de possíveis locais para a colocação de mini-implantes. A – Plano frontal. B – Plano lateral. (Papadopoulos & Tarawneh, 2007)

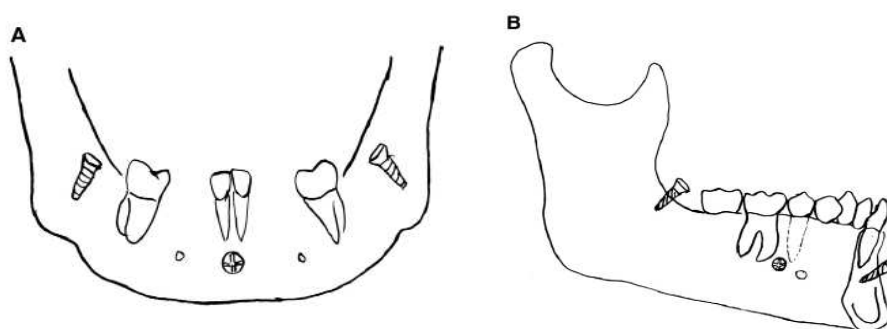


Figura 11. Exemplos de possíveis locais para a colocação de mini-implantes. A – Plano frontal. B – Plano lateral. (Papadopoulos & Tarawneh, 2007)

Num estudo realizado por Poggio *et al.*, constatou-se, através da utilização de imagens tomográficas volumétricas, que os locais mais seguros para a colocação de mini-implantes na maxila são as zonas anterior e apical (Poggio, Incorvati, Velo, & Carano, 2006). A reduzida quantidade de osso presente na tuberosidade maxilar, torna esta zona inadequada para a inserção destes dispositivos (Papadopoulos & Tarawneh, 2007).

Estudos demonstraram que, na zona palatina mediana, há uma quantidade suficiente de osso para a colocação de mini-implantes com 4-6mm de comprimento. Contudo, existe um local alternativo que oferece um maior suporte ósseo que se encontra a cerca de 6-9mm a posterior do buraco incisivo, sendo que este local deve ser considerado, quando o comprimento dos mini-implantes a utilizar for superior a 4mm (Bernhart, Vollgruber, Gahleitner, Dörtbudak, & Haas, 2000; Gahleitner, Podesser, Schick, Watzek, & Imhof, 2004; Papadopoulos & Tarawneh, 2007).

Relativamente à mandíbula, as zonas mais seguras para a colocação de mini-implantes são entre e o primeiro e segundo pré-molares e o primeiro e segundo molares (Papadopoulos & Tarawneh, 2007).

De acordo com Baumgaertel *et al.*, conforme referido anteriormente, o local para a colocação dos mini-implantes é bastante importante para o sucesso dos mesmos, por isso, deve ser determinado tendo em consideração alguns fatores (Baumgaertel *et al.*, 2008):

- Quando um mini-implante é colocado para fins ortodônticos necessita de estar no local adequado para que os objetivos do tratamento sejam alcançados. Assim sendo, o movimento dos dentes deve ser antecipado, de modo a evitar qualquer interferência com o dispositivo (Baumgaertel *et al.*, 2008).
- O mini-implante deve ser colocado num local com gengiva aderida suficiente para evitar o desconforto do paciente e evitar o crescimento excessivo de tecido e a mobilidade ligeira do dispositivo de ancoragem (*microjiggling*). Estes fatores podem desencadear a falha do mini-implante a longo prazo (Baumgaertel *et al.*, 2008).
- A distância interradicular é bastante relevante para a colocação do mini-implante, uma vez que este deve ser colocado entre raízes afastadas para que o espaço radicular não seja afetado. Kuroda *et al.* constataram que a proximidade às raízes é um fator de risco para o sucesso dos mini-implantes (Kuroda, Yamada, *et al.*, 2007). Tanto as radiografias periapicais como a tomografia computadorizada tridimensional de feixe cónico são essenciais para avaliar os potenciais locais de colocação dos mini-implantes (Baumgaertel *et al.*, 2008).
- As estruturas anatómicas devem ser consideradas, dado que podem interferir na colocação do mini-implante. Muitas vezes, as imagens digitais tridimensionais ajudam na visualização destas estruturas, por exemplo: seio maxilar, cavidade nasal nervo alveolar inferior, veias, artérias e buraco mentoniano (Cevidanes, Styner, & Proffit, 2006).
- A espessura do osso cortical deve ser a apropriada, dado que este é um fator importante para garantir a estabilidade do mini-implante. Uma espessura óssea favorável garante uma melhor estabilidade primária e o sucesso a longo prazo (Tseng *et al.*, 2006).

2.5.2. DIREÇÃO DE INSERÇÃO DOS MINI-IMPLANTES

A inserção dos mini-implantes deve ser efetuada de forma perpendicular à superfície do osso, no entanto, nem sempre é possível, principalmente quando há dentes presentes,

uma vez que existe um elevado risco de lesões associadas (Papadopoulos & Tarawneh, 2007).

Melsen recomendou a colocação de mini-implantes de modo a que seja formado um ângulo oblíquo com a maxila no sentido apical, enquanto na mandíbula os mini-implantes devem ser colocados paralelamente às raízes dentárias (Melsen, 2005). Por outro lado, Kyung *et al.* aconselharam a colocação dos mini-implantes com uma angulação de 30-40° e 10-20° em relação ao longo eixo dos dentes na maxila e na mandíbula, respetivamente (Kyung, 2003).

Carano *et al.* sugeriram que o mini-implante deveria ter uma angulação de 30-45° na maxila, valor aproximado ao proposto por Kyung *et al.*, contudo recomendaram que a inserção fosse efetuada com uma angulação mais perpendicular ao seio maxilar, para não causar danos (Figura 12) (Carano, Velo, et al., 2005).

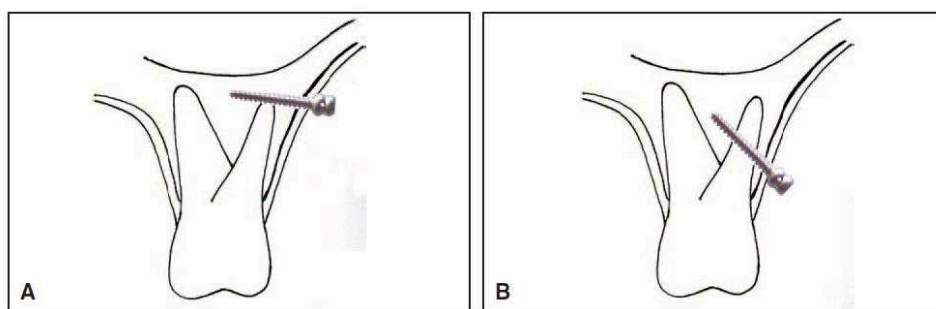


Figura 12. Ângulo de inserção dos mini-implantes. A – A colocação do mini-implante na maxila deveria ter sido mais perpendicular ao osso para evitar danos no seio maxilar. B – Se a cabeça do mini-implante está ao nível mucogengival, deveria estar com uma inclinação de 30-45°, relativamente ao osso interradicular. (Carano, Velo, et al., 2005)

2.5.3. PROCEDIMENTO CLÍNICO PARA A INSERÇÃO DE MINI-IMPLANTES

Os fatores relacionados com a cirurgia para a inserção dos mini-implantes abrangem: a experiência do cirurgião, esterilização, cirurgia com ou sem retalho, utilização de sistemas de mini-implantes auto-perfurantes ou auto-rosqueantes, preparação do buraco piloto apenas no osso cortical ou para toda a profundidade do parafuso, diâmetro do buraco piloto, técnica de refrigeração, velocidade da perfuração, pressão exercida, direção de colocação, posicionamento, torque e ancoragem mono ou bicortical (Reynders et al., 2009).

Estudos indicam que a colocação cirúrgica adequada e de forma não traumática é um elemento chave para o sucesso dos mini-implantes. É relevante referir que a ocorrência

de traumas durante o procedimento de colocação e lesões térmicas podem estar na origem de osteonecrose e encapsulamento fibroso do mini-implante. Assim sendo, verifica-se que as taxas de insucesso dos mini-implantes podem ser diminuídas pelo aumento da experiência clínica (Fritz et al., 2004; Luzi, Verna, & Melsen, 2007).

Estudos demonstraram que a estabilidade primária dos mini-implantes é mais facilmente adquirida, se existir uma maior espessura do osso cortical (Figura 13). No entanto, vários autores alertam para o risco de sobreaquecimento nas áreas de córtex denso, durante a colocação dos mini-implantes (Cheng, Tseng, Lee, & Kok, 2004; H.-S. Park, Jeong, & Kwon, 2006).

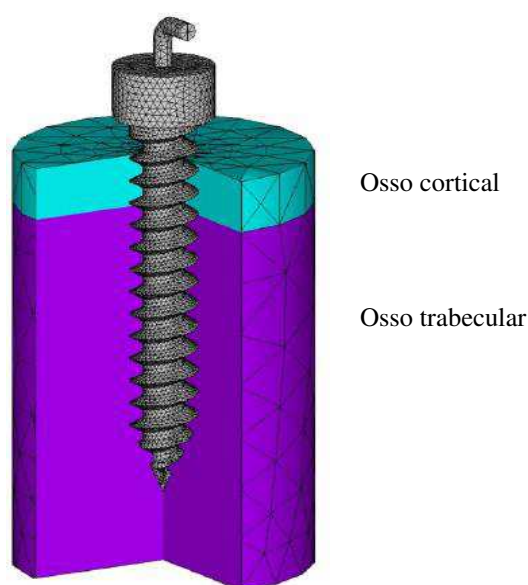


Figura 13. Mini-implante inserido no osso. (Marassi & Marassi, 2008)

Geralmente é aconselhável que a colocação dos mini-implantes seja efetuada por um Médico Dentista especializado, particularmente quando é necessária a confecção do buraco piloto (Papadopoulos & Tarawneh, 2007).

É, também, importante referir que antes da inserção dos mini-implantes devem ser efetuadas radiografias, incluindo uma ortopantomografia e radiografias periapicais, de modo a evitar danificar as raízes dos dentes adjacentes (Carano, Velo, et al., 2005; Morea, Dominguez, Wu, & Tortamano, 2005; Papadopoulos & Tarawneh, 2007).

O torque de inserção expressa a estabilidade primária entre o osso e o mini-implante, daí ser considerado um fator essencial para o sucesso destes dispositivos (Nova et al., 2008). Friberg *et al.* relataram uma correlação, estatisticamente significativa, entre o torque de inserção e a densidade óssea do local onde o mini-implante seria colocado,

concluindo que os métodos usados para a medicação do torque deveriam ser utilizados mais frequentemente (Friberg, Sennerby, Roos, & Lekholm, 1995). Supõe-se que torques excessivamente altos podem provocar necrose e isquemia local (Motoyoshi, Matsuoka, & Shimizu, 2007).

No estudo efetuado por Nova *et al.*, foi utilizado osso bovino, devido à quantidade de osso cortical que permite a inserção completa da parte ativa do mini-implante, sendo os valores médios de torque máximo de colocação obtidos entre 23.2-30.6N/cm (Nova *et al.*, 2008). Estes resultados foram compatíveis com a investigação de Wilmes *et al.*, cujos valores foram obtidos entre 23.4-41.3N/cm, apesar de terem sido colocados em pelves de suínos, com uma cortical óssea menos espessa que a do estudo anterior (Wilmes *et al.*, 2006).

Motoyoshi *et al.*, efetuaram um estudo em adultos e adolescentes, cujos torques de inserção dos mini-implantes tinham valores entre 7.2-13.5N/cm e 7.6-9.2N/cm, respetivamente. Os valores de torque observados foram significativamente mais baixos que os dos estudos anteriores (Motoyoshi *et al.*, 2007).

De acordo com Elias *et al.*, foram inseridos mini-implantes com diâmetros de 1.5mm em tíbias de coelhos, verificando-se um torque médio de inserção de 9.6N/cm e em cortical bovina, apresentando valores de 12.6N/cm. Relativamente à inserção de mini-implantes com diâmetro de 2mm na cortical bovina, constatou-se um torque médio de inserção de 23.2N/cm, valores mais aproximados aos obtidos no estudo de Nova *et al.* (Elias, Guimarães, & Muller, 2005).

Para cada sistema de mini-implantes, existe um protocolo de colocação que geralmente está disponível no folheto do produto. No entanto, existem normas básicas que se adequam a qualquer sistema (Baumgaertel *et al.*, 2008; Papadopoulos & Tarawneh, 2007):

- Anestesia

Kyung *et al.* acreditam que, na maioria das vezes, só é necessária uma pequena quantidade de anestesia local, não sendo recomendável uma anestesia profunda dos dentes, mas apenas do tecido mole (Kyung, 2003).

Por outro lado, Baumgaertel *et al.* defendem que apenas uma anestesia tópica é suficiente para anestesiar os tecidos inervados. Estes autores afirmam que o tecido gengival (1ª camada) e o perióstio (2ª camada), que são altamente

invernados, são eficazmente dessensibilizados com anestesia tópica. As duas últimas camadas, constituídas por osso cortical (3ª camada) e esponjoso (4ª camada) são pouco inervadas, por isso, não necessitam de anestesia. Esta técnica permite que o paciente informe o Médico Dentista caso o mini-implante se aproxime do dente, de um nervo ou do seio maxilar, uma vez que irá sentir dor, podendo, assim, prevenir potenciais danos irreversíveis (Baumgaertel et al., 2008).

- Mini-implantes auto-rosqueantes

Neste caso, é necessário proceder-se à confecção de um buraco piloto, preferencialmente num ambiente cirúrgico. Primeiramente devem ser removidos os tecidos moles do local de colocação do mini-implante para que depois a perfuração do buraco piloto seja efetuada. A perfuração é feita com uma broca rotativa não superior a 1000rpm com uma espessura cerca de 0.2 a 0.3mm menor que a do mini-implante. Por último, o mini-implante é colocado através da utilização de uma chave apropriada (Carano, Lonardo, et al., 2005; Melsen & Verna, 2005).

De acordo com Baumgaertel *et al.*, a perfuração do buraco piloto deve ser efetuada com uma broca rotativa, com aproximadamente 800rpm (Baumgaertel et al., 2008).

- Mini-implantes auto-perfurantes

Neste caso, não é necessária a remoção dos tecidos moles do local para a colocação do mini-implante nem a confecção de um buraco piloto. A colocação deste tipo de mini-implantes é efetuada directamente no local escolhido através de uma chave específica (Papadopoulos & Tarawneh, 2007).

Nas situações em que o osso cortical tem uma espessura superior a 2mm, o buraco piloto também precisa ser confeccionado antes da colocação de mini-implantes auto-perfurantes, uma vez que a elevada densidade óssea pode dobrar a ponta do parafuso. Neste sistema, o buraco piloto deve ter menos 0.3mm de espessura que o mini-implante, não atingindo profundidades superiores a 2-3mm (Carano, Velo, et al., 2005; Melsen & Verna, 2005; Papadopoulos & Tarawneh, 2007).

Após a inserção dos mini-implantes podem ser efetuadas fotografias e imagens complementares (radiografias periapicais, ortopantomografia ou imagens 3D) para controlo da correta colocação dos mesmos (Figura 14 e Figura 15) (Jung et al., 2013).

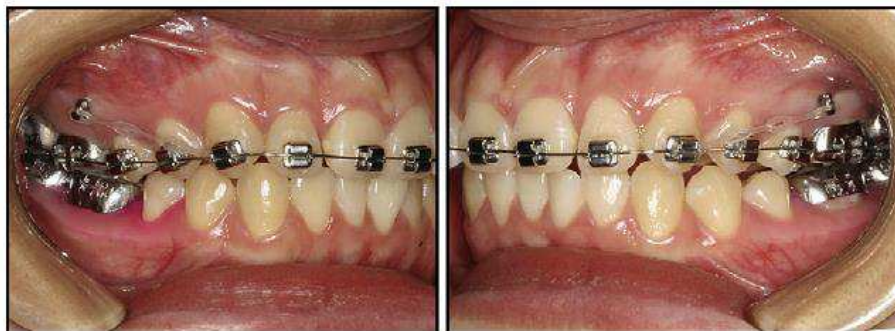


Figura 14. Fotografias intra-orais após a colocação de mini-implantes. (Jung et al., 2013)

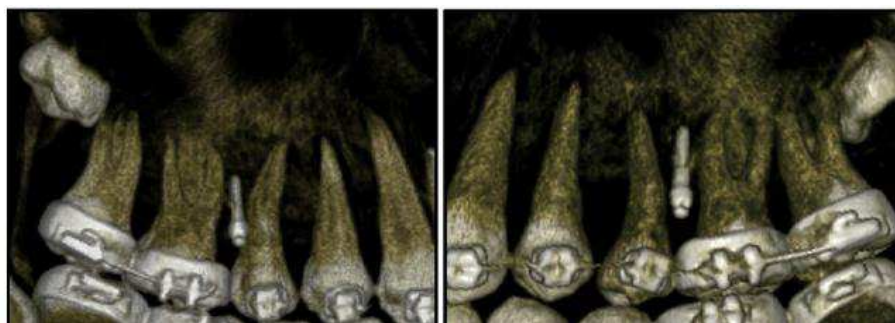


Figura 15. Imagens 3D após a colocação de mini-implantes. (Jung et al., 2013)

2.5.4. ESTABILIDADE DOS MINI-IMPLANTES, CARGA E ANCORAGEM

Os mini-implantes são submetidos a forças funcionais, após a sua colocação, por isso é que a estabilidade primária é tão importante para o sucesso do tratamento. A estabilidade primária é definida como a força inicial de união do mini-implante ao osso, obtida imediatamente após a sua inserção. Geralmente, a ausência desta estabilidade origina mobilidade progressiva do mini-implante e, consequentemente provoca a falha da utilização do mini-implante no tratamento ortodôntico (Barbosa et al., 2012; Nova et al., 2008).

Os fatores que influenciam a estabilidade primária dos mini-implantes são diversos, incluindo: características do paciente (sexo, idade, qualidade e quantidade de osso e local de colocação), características do mini-implante (*design*, comprimento, diâmetro e técnica de inserção) e experiência do Médico Dentista (Lim, Eun, Cho, Lee, & Hwang, 2009; Mitsuru Motoyoshi et al., 2010).

Uma das vantagens de utilizar mini-implantes como dispositivos de ancoragem temporária em ortodontia é o facto de poderem ser exercidas cargas imediatas sem a ocorrência de complicações. Contudo, a maioria dos autores sugere a utilização de forças leves no início do tratamento (Papadopoulos & Tarawneh, 2007).

Num estudo efetuado por Motoyoshi *et al.*, a carga imediata dos mini-implantes apresentou taxas de sucesso mais elevadas em pacientes adultos do que em adolescentes (Motoyoshi *et al.*, 2007). Este facto, provavelmente, indica que a densidade óssea nos adolescentes é insuficiente para suportar cargas imediatas com forças ortodônticas e o carregamento imediato é mais eficaz se o osso for mais denso e mais maduro, como se verifica em adultos (Kim, Yun, Park, Kim, & Park, 2006; M Motoyoshi *et al.*, 2007; Ono, Motoyoshi, & Shimizu, 2008).

O osso cortical é considerado como um fator essencial para proporcionar suporte aos mini-implantes, por isso é que as suas características, tanto a nível de espessura como de qualidade do osso, são tão relevantes (Albogha, Kitahara, Todo, Hyakutake, & Takahashi, 2016). Motoyoshi *et al.* observaram uma taxa de sucesso reduzida quando os mini-implantes foram inseridos em osso cortical com espessura inferior a 1mm (Mitsuru Motoyoshi, Yoshida, Ono, & Shimizu, 2007).

Segundo Maino *et al.*, a carga imediata dos mini-implantes pode promover a sua estabilidade mecânica, especialmente em locais que apresentem baixa qualidade óssea (Maino *et al.*, 2005). Costa *et al.* afirmam, também, que é dispensável o período de cicatrização e osteointegração, uma vez que os mini-implantes apresentam estabilidade primária suficiente para receber as cargas ortodônticas (Costa, Raffainl, & Melsen, 1997).

Liou *et al.* sugerem que os mini-implantes podem ser sujeitos a cargas imediatas, dado que a estabilidade primária é proveniente da retenção mecânica entre o osso e o dispositivo. Os mini-implantes possuem uma boa estabilidade primária, embora não permaneçam completamente estacionários durante o tratamento sob forças ortodônticas (Liou, Pai, & Lin, 2004). Por outro lado, de acordo com Deguchi *et al.*, para que a estabilidade primária seja atingida, são necessárias 4-5 semanas para que os mini-implantes resistam às forças funcionais. (Toru Deguchi *et al.*, 2006)

Noutro estudo, realizado por Miyawaki *et al.*, onde foram utilizados três tipos de mini-implantes, cujos diâmetros eram 1mm, 1.5mm e 2mm, não foi encontrada nenhuma

associação significativa entre a taxa de sucesso e a carga imediata, concluindo-se que a carga imediata é possível, se a força aplicada for inferior a 200g (Miyawaki et al., 2003).

Relativamente à carga aplicada, no artigo da compilação de estudos de Reynders *et al.*, os níveis de força variaram de 50 a 400g, porém, na maioria dos estudos, foram utilizadas forças de 200g ou menos (Reynders et al., 2009).

Segundo vários autores, é possível que níveis de deformação excessivos possam fazer com que os mini-implantes fiquem largos em áreas com osso cortical fino e osso trabecular de baixa densidade, sendo recomendado que o tratamento tivesse início com forças de 50g, podendo estas ser aumentadas após o período de cicatrização inicial (Chaddad, Ferreira, Geurs, & Reddy, 2008; Dalstra, Cattaneo, & Melsen, 2004; Melsen & Verna, 2005).

Como referido anteriormente, os mini-implantes proporcionam ancoragem absoluta, mas o facto de permanecem estacionários, durante todo o tratamento, ainda é questionável (Thiruvenkatachari, Pavithranand, Rajasigamani, & Kyung, 2006). Liou *et al.* descobriram que os mini-implantes se podem movimentar de acordo com as cargas ortodônticas a que estão sujeitos, sendo aconselhável uma distância de segurança de 2mm entre o dispositivo e as raízes dos dentes (Liou et al., 2004).

No caso de o mini-implante apresentar mobilidade pode continuar a ser usado. Porém, se apresentar mobilidade elevada que impossibilite o tratamento, deve ser substituído por outro de maior diâmetro ou então colocado numa zona alternativa (Roncone, 2011).

2.5.5. CICATRIZAÇÃO DO CONTACTO OSSO/MINI-IMPLANTE

No processo de cicatrização do mini-implante, é importante salientar que a formação de tecido fibroso na interface osso/mini-implante seria benéfica, dado que facilita a remoção do dispositivo no final do tratamento ortodôntico. Contudo, o excesso de tecido fibroso pode ser responsável pela mobilidade do dispositivo (Ramazanzadeh et al., 2014). Deste modo, Park *et al.* recomendaram a monitorização dos mini-implantes que apresentem ligeira mobilidade, afirmando que é possível o sucesso dos mesmos, se as cargas aplicadas não forem superiores a 200g (H.-S. Park et al., 2006).

O efeito da carga imediata no contacto osso/mini-implante (BIC – *Bone Implant Contact*) tem sido motivo de estudo. De acordo com as suas investigações,

Ramazanzadeh *et al.*, observaram um BIC entre 62,69-88,22%, valores superiores, comparativamente ao estudo de Deguchi *et al.* onde apenas se verificou um BIC de 40% (T Deguchi et al., 2003). No estudo efetuado por Ma *et al.*, os valores de BIC variaram entre 59-62% (Ma, Zhang, Wang, Zhao, & Chen, 2008).

Muitas vezes, as diferenças de resultados podem dever-se a métodos técnicos distintos. Por exemplo, no estudo de Ramazanzadeh *et al.*, a espessura das fatias do tecido foram de 5 μ m, enquanto no estudo de Deguchi *et al.*, foram de 100 μ m, concluindo-se, assim, que um aumento da espessura diminui a precisão. Quando são usados métodos diferentes (espessura das fatias do tecido, método de remoção do mini-implante e *software* para a medição do BIC), é difícil a comparação dos resultados (T Deguchi et al., 2003; Ramazanzadeh et al., 2014).

O BIC mínimo para o sucesso clínico dos mini-implantes em ortodontia ainda não foi claramente descrito. No entanto, Woods *et al.* demonstraram que, mesmo com apenas 2,2% de BIC, é possível uma boa estabilidade e Deguchi *et al.* descreveram que em algumas amostras com 5% de BIC foram aplicadas forças ortodônticas. Deste modo, verifica-se que a boa estabilidade dos mini-implantes pode ser alcançada mesmo com um BIC mínimo (T Deguchi et al., 2003; Woods, Buschang, Owens, Rossouw, & Opperman, 2008).

O BIC máximo encontra-se nos terços médio e apical, sendo o BIC mínimo encontrado no terço cervical, resultados compatíveis com os estudos de Woods *et al.* e Luzi *et al.* (Luzi, Verna, & Melsen, 2009; Woods et al., 2008). Apesar do osso cortical ser predominantemente no terço cervical, comparativamente ao terço médio e apical, o BIC é menor nesta zona. Possivelmente, esta contradição deve-se ao facto de existir um maior trauma no terço cervical, bem como reações inflamatórias dos tecidos moles junto à cabeça do mini-implante (Ramazanzadeh et al., 2014).

De acordo com o estudo de Ramazanzadeh *et al.*, o BIC dos mini-implantes aumentou ao longo do tempo (Ramazanzadeh et al., 2014). Freire *et al.* revelaram que o BIC foi superior em amostras com 12 semanas de cicatrização, em comparação com apenas 1 semana (Freire, Silva, Gil, Magini, & Coelho, 2007). E, também, Luzi *et al.*, demonstraram que o BIC aumenta progressivamente, sendo superior em amostras com tempo de cicatrização de 12 semanas, em relação a amostras que sofreram cicatrização apenas 4 semanas (Luzi et al., 2009).

Relativamente à carga imediata *versus* carga tardia, no estudo de Ramazanzadeh *et al.*, o BIC dos mini-implantes que, foram sujeitos a carga imediata, foi ligeiramente menor, porém as diferenças não foram estatisticamente significativas (Ramazanzadeh *et al.*, 2014). Freire *et al.* afirmaram que o BIC em amostras com cicatrização de 3 semanas, antes da carga exercida, é superior a amostras com carga imediata (Freire *et al.*, 2007). Deguchi *et al.* também recomendaram um tempo de cicatrização de 3 semanas ao invés da carga imediata (T Deguchi *et al.*, 2003).

De acordo com Woods *et al.*, uma carga imediata de 25-50g é segura, afirmação refutada por Luzi *et al.* que assegura que a carga imediata dos mini-implantes com forças até 50g não afeta negativamente a cicatrização óssea (Luzi *et al.*, 2009; Woods *et al.*, 2008).

Ao contrário do que acontece com os implantes dentários, os mini-implantes não necessitam de um longo período de cicatrização. Então, pode afirmar-se que a carga imediata é mais benéfica que uma carga exercida posteriormente. É, ainda, importante lembrar que um BIC de menor valor facilita a remoção do mini-implante no final do tratamento ortodôntico (Ramazanzadeh *et al.*, 2014).

2.5.6. MANUTENÇÃO DOS MINI-IMPLANTES

Os fatores relacionados com a manutenção dos mini-implantes abrangem, também, o controlo da peri-implantite (Reynders *et al.*, 2009). Num estudo de Park *et al.*, foi relacionado o controlo da peri-implantite com as taxas de sucesso, não sendo encontrada nenhuma correlação entre uma boa higiene oral e o facto de os mini-implantes apresentarem mobilidade ou não durante o tratamento. Contudo, estes investigadores relatam uma maior taxa de sucesso do lado esquerdo da boca, resultado compatível com uma melhor higiene oral por parte dos pacientes destros (H.-S. Park *et al.*, 2006).

Além dos fatores de força ortodôntica, outras variáveis de força, incluindo oclusão e o movimento da língua, podem influenciar os resultados do tratamento. Deste modo, a monitorização destes fatores deve estar inserida no protocolo de manutenção dos mini-implantes (Luzi *et al.*, 2007).

2.5.7. PROCEDIMENTO CLÍNICO PARA A REMOÇÃO DE MINI-IMPLANTES

Após o tratamento ortodôntico, os mini-implantes são removidos e, geralmente, a sua remoção é bastante simples, não requerendo nenhum tratamento especial. Este é um procedimento que pode ser realizado sem anestesia ou apenas com anestesia tópica,

especialmente quando o tecido mole está a cobrir a cabeça do mini-implante, de modo a evitar o desconforto do paciente (R. Herman & Cope, 2005; Maino et al., 2005; Melsen & Verna, 2005).

No processo de remoção, o mini-implante é desenroscado através da utilização de uma chave de fenda correspondente ao sistema. Relativamente ao torque máximo de remoção, existem poucos estudos que o avaliam, todavia, esses valores costumam ser menores que os do torque de inserção (Melsen & Verna, 2005; Nova et al., 2008). Num estudo efetuado por Nova *et al.*, os valores médios de torque de remoção foram entre 16.6-25N/cm, quando os valores de inserção foram entre 23.2-30.6N/cm (Nova et al., 2008).

Caso não seja possível a remoção do mini-implante na primeira tentativa, é aconselhável esperar 3 a 7 dias. Na eventualidade de ocorrer fratura do dispositivo é necessária uma pequena cirurgia para o remover (Melsen & Verna, 2005; Papadopoulos & Tarawneh, 2007).

2.5.8. CICATRIZAÇÃO DO LOCAL

A cicatrização do local onde estava o mini-implante não necessita de qualquer tipo de encerramento, uma vez que acaba por cicatrizar sozinha (R. Herman & Cope, 2005).

2.6. COMPLICAÇÕES DOS MINI-IMPLANTES

2.6.1. TRAUMA DO LIGAMENTO PERIODONTAL OU DA RAIZ

A colocação interradicular de mini-implantes pode ter como consequências o trauma do ligamento periodontal ou mesmo da raiz (Figura 16), sendo que lesões radiculares podem originar a perda de vitalidade dentária, anquilose dentoalveolar e osteosclerose. No entanto, se o trauma da raiz não afetar a polpa, é possível que o prognóstico não seja influenciado (Roncone, 2011; Yamaguchi et al., 2012).

Os mini-implantes devem, então, ser colocados de forma precisa, não só para o sucesso clínico dos mesmos, como também para a prevenção de complicações iatrogénicas e possíveis consequências que poderão surgir (Roncone, 2011; Yamaguchi et al., 2012).

O primeiro passo para evitar que as raízes dentárias sejam danificadas é o planeamento adequado do tratamento. A seleção do local para a colocação do mini-implante deve ser efetuada, tendo em conta tanto a posição inicial do dispositivo como a sua localização

em relação à dentição durante o movimento dentário, com o objetivo de não permitir o seu contacto com as raízes (Roncone, 2011).

No caso de raízes danificadas pelo tratamento ortodôntico, verificou-se que é possível uma reparação completa tanto do dente como do periodonto em 12-18 semanas, após a remoção do mini-implante (Asscherickx, Vannet, Wehrbein, & Sabzevar, 2005).



Figura 16. Radiografias que demonstram danos radiculares. A – Radiografia periapical que mostra o impacto do mini-implante após a sua colocação na raiz do 1º molar. B – Radiografia periapical após a remoção do mini-implante, demonstra os danos radiculares efetuados. C – Radiografia periapical 1 mês depois dos danos radiculares. A lâmina dura ainda não está totalmente reparada, ao contrário da raiz. O mini-implante foi novamente colocado no mesmo local. (Roncone, 2011)

Quando a colocação do mini-implante é efetuada numa zona posterior, é possível que o ângulo de inserção seja alterado, aumentando a possibilidade de contacto com a raiz do dente. Se isto acontecer o mini-implante pode parar ou exigir uma maior força de inserção e, nesta situação, o Médico Dentista deve desenroscar o parafuso 2 ou 3 voltas e avaliar a situação radiograficamente (Yamaguchi et al., 2012).

Os danos nas estruturas adjacentes podem ocorrer mesmo quando as brocas para a confecção do buraco piloto ou o mini-implante são projetados de forma adequada para não atingir as raízes. Deste modo, os danos radiculares, propriamente ditos, são raros, ocorrendo com maior frequência trauma a nível do ligamento periodontal. Neste caso específico, pode haver uma reação à agressão de diferentes formas, desde a reparação completa do ligamento até à anquilose (Baumgaertel et al., 2008).

Maino *et al.* sugerem que o requisito mínimo para o espaço entre as raízes e o mini-implante deve ser de 0.5mm a distal e a mesial ou 1mm a mais que o diâmetro do mini-implante (Maino et al., 2005).

É importante salientar que o nervo alveolar inferior e os seios maxilares também podem estar em risco, por outro lado, estas estruturas podem ser devidamente evitadas através de um planejamento adequado do tratamento (Baumgaertel et al., 2008).

2.6.2. COBERTURA DA CABEÇA DO MINI-IMPLANTE E ACESSÓRIOS COM TECIDO MOLE

A cobertura da cabeça dos mini-implantes com tecido mole é comum, principalmente na mandíbula, quando a sua colocação é efetuada na mucosa alveolar. O agrupamento e a fricção do tecido alveolar solto podem levar à cobertura da cabeça do mini-implante e acessórios, como molas ou elásticos, apenas um dia após a sua inserção. Este fenómeno pode ser minimizado através da colocação de uma tampa no pilar de cicatrização, uma pastilha de cera ou um separador elástico (R. Herman & Cope, 2005).

A estabilidade dos mini-implantes pode ser comprometida devido à cobertura da cabeça com tecido mole, por isso, quando isto ocorre, é necessário expor novamente o dispositivo. O procedimento é relativamente simples, uma vez que não é necessária a administração de anestesia local nem efetuar nenhuma incisão, basta uma pressão leve com o dedo, pois os tecidos envolventes são finos (R. Herman & Cope, 2005).

Com o intuito de solucionar o crescimento de tecido mole em excesso, verificou-se que a clorohexidina é uma solução eficaz porque, para além das suas propriedades antibacterianas capazes de diminuir a inflamação, também pode retardar a epitelização, reduzindo o crescimento exacerbado de tecido (Othman, Haugen, & Gjermo, 1989; Yamaguchi et al., 2012).

De modo a evitar a cobertura da cabeça do mini-implante com tecido mole, os autores sugerem a inserção parcial de um mini-implante mais comprido, por exemplo, com 10mm, nas regiões onde a mucosa alveolar se encontra solta, deixando expostas 2 ou 3 linhas do eixo (Yamaguchi et al., 2012).

2.6.3. INFLAMAÇÃO/INFEÇÃO DO TECIDO MOLE OU PERI-IMPLANTITE

O tecido que envolve o mini-implante deve permanecer saudável, uma vez que desempenha um papel bastante relevante como barreira biológica para as bactérias. No entanto, a inflamação dos tecidos moles, infecções minor e peri-implantites podem ocorrer após a colocação do mini-implante (Antonio Costa et al., 2005).

A inflamação do tecido peri-implantar (Figura 17) está associada a 30% do insucesso dos mini-implantes (Miyawaki et al., 2003). A peri-implantite é definida como uma inflamação nos tecidos em redor do mini-implante com perda óssea evidente, hemorragia à sondagem, supuração, mobilidade progressiva e infiltrações de epitélio (Othman et al., 1989).

Há investigadores que afirmam que o período de cicatrização do tecido mole, após a colocação de mini-implantes na mucosa alveolar, é de 2 semanas e só depois deste intervalo é que se deve dar início ao tratamento com cargas ortodônticas (Murray, McGuinness, Biagioni, Hyland, & Lamey, 2005).

No estudo de Tseng *et al.*, verificou-se uma inflamação em 2 dos 45 mini-implantes, sendo que alguns foram perdidos ou tiveram de ser removidos, pois não foi possível diminuir o estado inflamatório dos tecidos (Tseng et al., 2006). Um resultado idêntico foi descrito por Chaddad *et al.* em 4 dos 32 pacientes (Chaddad et al., 2008).

Freudedenthaler *et al.* e Thiruvengkatachari *et al.* comprovaram que é possível controlar a inflamação através de uma boa prática da higiene oral (Freudenthaler, Bantleon, & Haas, 2001; Thiruvengkatachari et al., 2006).

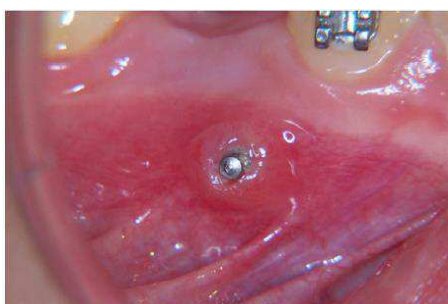


Figura 17. Inflamação do tecido mole em redor do mini-implante colocado na mucosa. (Roncone, 2011)

2.6.4. INSUCESSO DA ANCORAGEM ESTACIONÁRIA SOB CARGA ORTODÔNTICA

A estabilidade dos mini-implantes, quando sujeitos a cargas ortodônticas durante um determinado tratamento, está dependente tanto da densidade óssea e do estado, tipo e espessura dos tecidos moles peri-implantares, como da técnica cirúrgica (Figura 18), *design* do mini-implante e da carga exercida (Büchter et al., 2005; Sevimay, Turhan, Kilicarslan, & Eskitascioglu, 2005; Yamaguchi et al., 2012).

As taxas de insucesso de ancoragem estacionária de mini-implantes sob carga ortodôntica variam de 11% a 30% (Cheng et al., 2004). No caso de um mini-implante se

soltar, a estabilidade ficará comprometida e, por isso, muito provavelmente terá de ser removido e substituído (Bae & Kyung, 2006).

Geralmente, o insucesso da ancoragem é superior na maxila, devido à menor densidade óssea e presença de trabéculas, com a exceção da região palatina média. Por vezes, o insucesso de ancoragem estacionária é resultante da baixa densidade óssea, devido a uma inadequada espessura do osso cortical. Relativamente à perda dos mini-implantes na zona palatina média, esta é uma possível consequência da pressão efetuada com a língua (Kinner & Schlegel, 2002; Melsen & Verna, 2005; Yun, Kim, & Park, 2001).

Quando os mini-implantes são colocados em tecidos não queratinizados as taxas de insucesso de ancoragem estacionária aumentam, pois este tipo de mucosa sofre mais facilmente inflamação, resultando num aumento de mobilidade do mini-implante. Por outro lado, quando o tecido queratinizado é muito espesso, como se verifica na inclinação do palato, a estabilidade dos mini-implantes também fica condicionada. Assim sendo, o ideal é um tecido queratinizado fino, como se observa nas regiões dentoalveolar ou palatina média (Cheng et al., 2004; Heidemann, Terheyden, & Gerlach, 2001; Miyawaki et al., 2003).

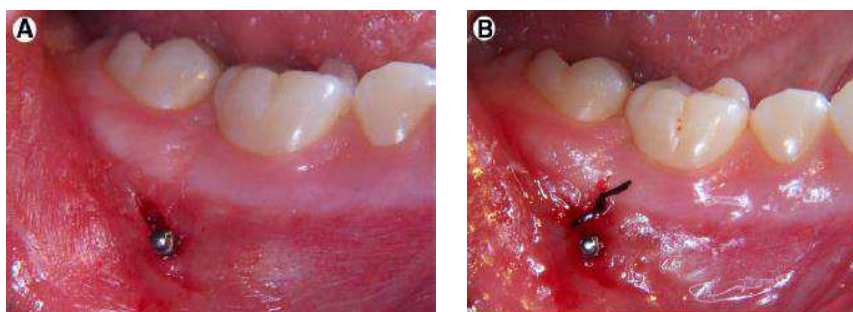


Figura 18. Danos na mucosa pela confeção inadequada do buraco piloto. A – Confeção de um buraco piloto sem a preparação adequada do tecido mole. A mucosa enrolou-se na broca e foi necessário suturar o tecido. B – Reparação da mucosa com um fio de seda 4-0. (Roncone, 2011)

2.6.5. ERROS BIOMECÂNICOS

O controlo adequado dos vetores na utilização de mini-implantes é um fator essencial para assegurar os movimentos dentários desejados. Nestes dispositivos de ancoragem temporária, um controlo direcional inadequado pode ter efeitos negativos aumentados, dado que se podem movimentar dentes em bloco (Figura 19) (Roncone, 2011).



Figura 19. Erros biomecânicos. A – Oclusão do pré-tratamento, observa-se um plano oclusal normal. B – Gestão incorreta dos vetores, tendo como consequências um plano oclusal inclinado. C – Cadeia de elásticos utilizada para a protrusão mandibular do 2º molar. A força de tração possui componentes verticais e horizontais. (Roncone, 2011)

A colocação bilateral de dispositivos de ancoragem temporária na junção mucogengival ou na zona inferior, no caso da maxila, pode não garantir nem produzir necessariamente um resultado idêntico em relação ao plano anatômico transversal. A utilização de ganchos criptáveis multilobulados é vantajosa porque o vetor de retração pode ser alterado conforme necessário, de modo a corrigir quaisquer adversidades que possam surgir (Figura 20) (Roncone, 2011).



Figura 20. Dispositivos de ancoragem temporária bilaterais. Embora estes dispositivos tenham sido colocados em posições semelhantes em relação à junção mucogengival, foi desenvolvido um desnível durante a retração do incisivo. A aplicação assimétrica de molas helicoidais foi utilizada para correção do sucedido. (Roncone, 2011)

2.6.6. FALHAS INTRÍNSECAS

2.6.6.1. INALAÇÃO E INGESTÃO

Geralmente, as complicações que envolvem a ingestão ou inalação destes dispositivos são raras. Associadas à ingestão de um mini-implante não existem efeitos negativos relevantes (Choi et al., 2007). Por outro lado, quando ocorre a inalação de um mini-

implante, as consequências podem ser muito mais nocivas para o paciente, exigindo intervenção médica (Roncone, 2011).

2.6.6.2. FRATURA

A fratura dos mini-implantes ocorre com alguma frequência, apesar de muitas vezes poder ser evitada. As suas potenciais causas envolvem: colocação do mini-implante em osso de baixa qualidade; falta de estabilidade primária; cargas aplicadas excessivas, após a sua colocação; trauma do dispositivo, devido a forças mastigatórias ou outras e lesões ósseas, durante a sua colocação (Baumgaertel et al., 2008; Roncone, 2011).

Herman e Cope referiram que a fratura dos mini-implantes tende a ser mais comum quando os dispositivos têm diâmetros menores que 1.5mm, são constituídos por titânio puro e inseridos no osso sem a confecção prévia de um buraco piloto (R. Herman & Cope, 2005).

A fratura pode, também, ocorrer devido a um torque excessivo tanto de inserção como de remoção. Deste modo, existem sistemas de colocação de mini-implantes que possuem um torque controlado, variando entre 20-40N/cm (Baumgaertel et al., 2008).

Segundo Roncone, o procedimento de remoção do mini-implante em caso de fratura pode ocorrer de maneiras distintas, dependendo da localização da fratura e da sua posição relativamente ao perióstio (Roncone, 2011):

- Fratura supragengival – O corpo do mini-implante está acima da gengiva, por isso, é possível removê-lo com um alicate hemostático.
- Fratura subgengival – Pode ser necessário uma cirurgia de retalho, de modo a expor o remanescente do mini-implante.
- Fratura a nível do perióstio – É necessária a utilização de uma broca redonda numa peça de mão, permitindo a exposição do corpo do mini-implantes para que possa ser removido.

2.7. TRATAMENTO ORTODÔNTICO COM MINI-IMPLANTES

2.7.1. INTRUSÃO DA DENTIÇÃO

Na ortodontia convencional, a intrusão molar para uma correção de mordida aberta é um dos objetivos mais difíceis de atingir, sendo sempre acompanhada por efeitos adversos, porém, os mini-implantes revolucionaram os tratamentos ortodônticos. Num estudo de Park *et al.*, os resultados demonstraram uma intrusão molar para correção de uma

mordida aberta realizada com sucesso, através da utilização de mini-implantes, sem qualquer envolvimento cirúrgico (Y.-C. Park, Lee, Choi, & Kim, 2008).

A intrusão de dentes posteriores é tão difícil de alcançar como a intrusão de dentes anteriores, sem que ocorra a extrusão dos dentes que proporcionam a ancoragem. Contudo, em 1983, Creekmore e Eklund demonstraram a utilização de mini-implantes para a intrusão dos incisivos centrais superiores, sendo possível atingir os 6mm (Creekmore & Eklund, 1983). E, posteriormente, Ohnishi *et al.* descreveram um caso em que o paciente tinha sorriso gengival, corrigindo-o através da intrusão de 3.5mm dos incisivos superiores (Ohnishi et al., 2005).

2.7.2. INTRUSÃO OU EXTRUSÃO DE DENTES INDIVIDUAIS

A intrusão molar é uma indicação comum para tratamento ortodôntico antes da reabilitação prostodôntica das zonas edêntulas. Foram relatados dois casos de pacientes que tinham os molares inferiores e superiores sobre erupcionados que recorreram ao tratamento com mini-implantes (Bae & Kyung, 2006; Lin, Liou, & Yeh, 2006). No entanto, os mini-implantes também podem ser utilizados em molares superiores, sendo colocados tanto do lado vestibular como palatino (Y.-J. Chang, Lee, & Chun, 2004; J.-S. Lee, Hyung Kim, Park, Kyung, & Kim, 2004).

Roth *et al.* descreveram um caso em que um mini-implante foi utilizado para uma extrusão no local onde existia uma ponte para substituir o incisivo superior direito, com o incisivo central e o canino como dentes pilares. Como a gengiva dos dentes pilares retraiu 3-4mm, foi necessário efetuar uma extrusão em ambos para que a nova ponte pudesse ser construída em conformidade com a estética dos dentes contra laterais. Deste modo, foi colocado um mini-implante no alvéolo do incisivo lateral superior e uma bobina aberta foi aplicada perpendicularmente a um fio ortodôntico que junta o incisivo central e o canino (Roth, Yildirim, & Diedrich, 2004).

2.7.3. RETRAÇÃO DOS DENTES ANTERIORES

Park *et al.* descreveram um caso de retração anterior, onde os mini-implantes foram colocados entre o primeiro molar e o segundo pré-molar na maxila. Depois, uma goteira acrílica rígida segmentar com dois braços de alavanca a distal dos caninos foi fabricada nos 6 dentes anteriores. Os elásticos foram presos desde os mini-implantes ao braço da alavanca e os 6 dentes, que estavam na goteira acrílica transparente, foram retraídos sem

nenhum suporte, durante os 6 meses de retração. Os *brackets* apenas foram necessários na fase final (Y.-C. Park, Chu, Choi, & Choi, 2005).

Num estudo prospetivo de boca dividida, Thiruvengkatachari *et al.* avaliaram a perda de ancoragem durante a retração canina em 10 pacientes, sendo que apenas se procedeu ao tratamento com mini-implantes num dos lados da boca. Os caninos foram retraídos num período de 4 a 6 meses, sem perda de ancoragem no lado do implante, mas com perda de ancoragem de 1 a 2mm no lado não implantado (Thiruvengkatachari *et al.*, 2006).

2.8. CASOS CLÍNICOS

2.8.1. INTRUSÃO DOS DENTES POSTERIORES PARA CORREÇÃO DE UMA MORDIDA ABERTA ANTERIOR (Y.-C. Park *et al.*, 2008)

Uma paciente com 19 anos de idade (Figura 21) compareceu na consulta com uma mordida aberta anterior, possivelmente compatível com hábitos de sucção no passado.

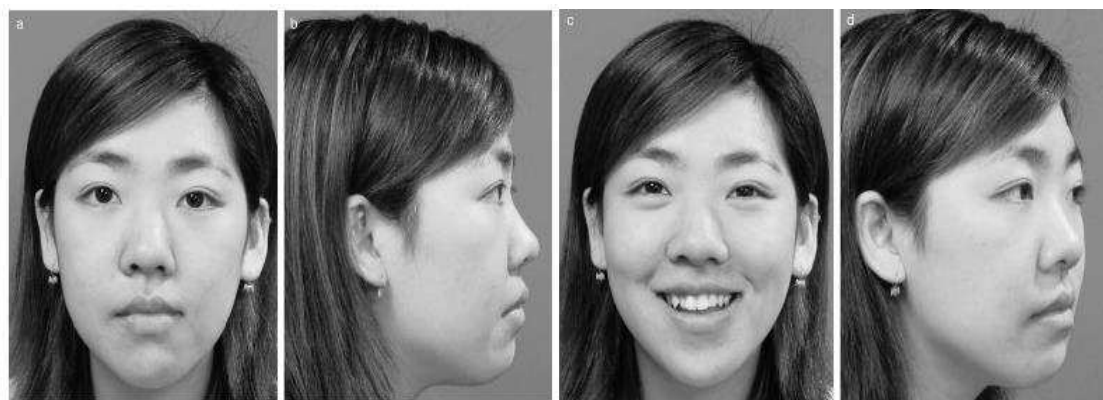


Figura 21. Fotografias extra-orais pré-tratamento. (Y.-C. Park *et al.*, 2008)

No exame intra-oral observa-se uma Classe I canina e molar em ambos os lados, com uma mordida aberta anterior de 3.5mm; a linha média superior encontra-se alinhada, mas a linha média inferior possuía um desvio para a esquerda; também existe um apinhamento dentário superior e inferior de 6mm e 5mm, respetivamente; e, por último, verificam-se dois planos oclusais diferentes entre os dentes anteriores e os posteriores (Figura 22).

Este tratamento tinha como objetivo a correção da mordida aberta, melhorar o perfil facial, estabilizar o trespasse horizontal e o trespasse vertical e aliviar o apinhamento dentário. Então, de modo a evitar a cirurgia maxilar, optou-se pela intrusão dos dentes

posteriores, através da colocação de mini-implantes para corrigir a mordida aberta anterior.

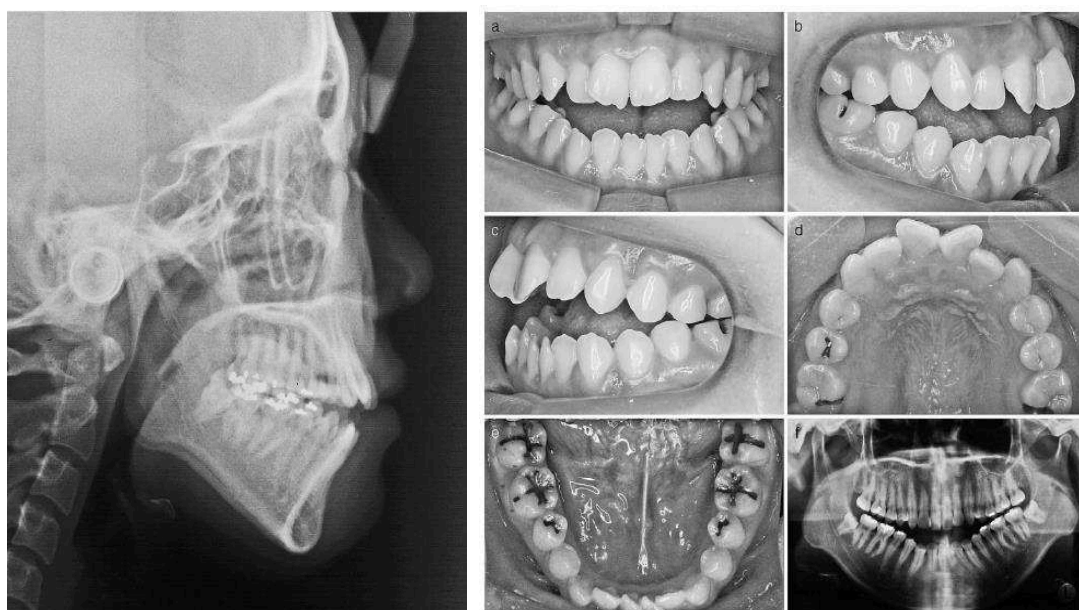


Figura 22. Cefalograma, fotografias intra-orais e ortopantomografia pré-tratamento. (Y.-C. Park et al., 2008)

Inicialmente, a paciente precisou de um dispositivo de expansão rápida maxilar e, após expansão suficiente foram inseridos no osso alveolar a vestibular, entre o primeiro e segundo pré-molares, entre o segundo pré-molar e o primeiro molar e entre o primeiro e segundo molares, mini-implantes com 2mm de diâmetro e 8mm de comprimento (Figura 23).

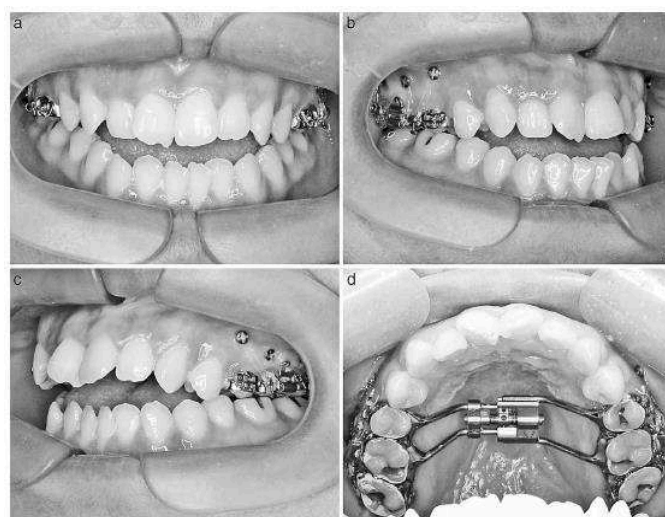


Figura 23. Fotografias intra-orais com um expansor maxilar e a aplicação de forças intrusivas nos mini-implantes. (Y.-C. Park et al., 2008)

O expansor foi mantido em boca, para evitar a inclinação vestibular dos dentes posteriores, enquanto era aplicada a força intrusiva. As cadeiras de elásticos foram utilizadas para aplicar uma força de intrusão de aproximadamente 150-200g em cada dente.

Após 5 meses, a intrusão molar foi realizada e a mordida aberta anterior foi corrigida (Figura 24). Os *brackets* foram colocados nos dentes anteriores, de modo a nivelar e alinhar o apinhamento dentário, apesar de ligeiro. Verificou-se que depois de 9 meses o alinhamento e o nivelamento dos dentes estavam concluídos.

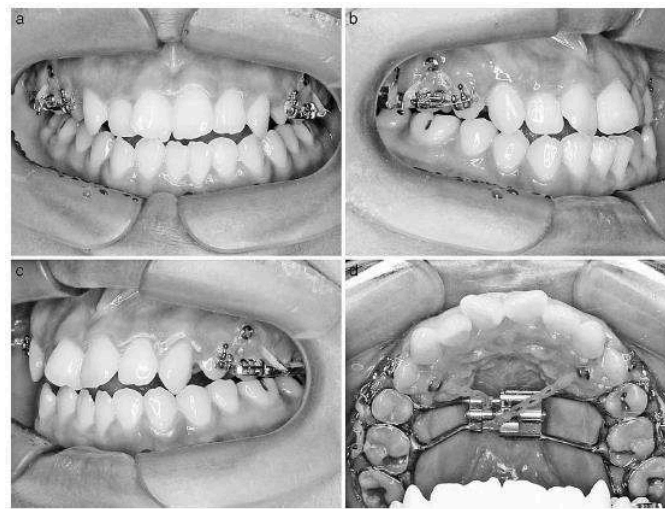


Figura 24. Fotografias intra-orais após intrusão molar e mordida aberta corrigida. (Y.-C. Park et al., 2008)

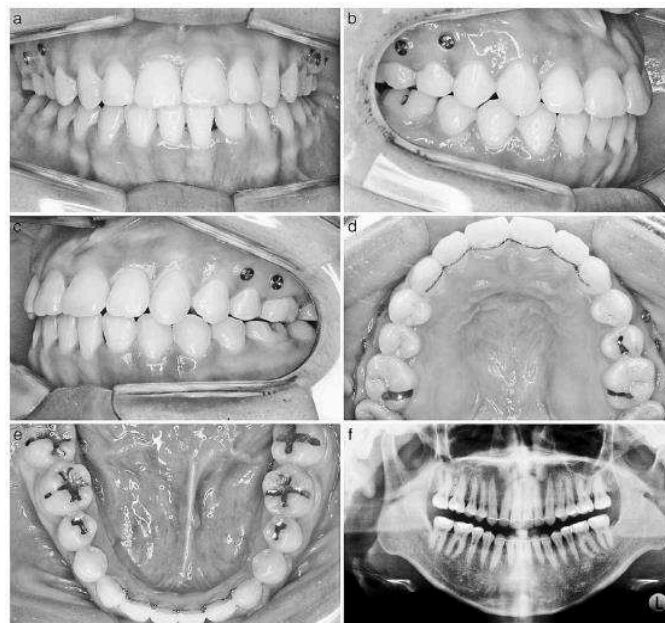


Figura 25. Fotografias intra-orais e ortopantomografia pós-tratamento. (Y.-C. Park et al., 2008)

Após conclusão do tratamento, verificou-se tanto um trespasse vertical (1.5mm) como um trespasse horizontal (2.5mm) normais, oclusão estável com Classe I canina e molar e uma linha média alinhada (Figura 25). Através de sobreposições cefalométricas, observou-se uma intrusão molar maxilar de 2mm (Figura 27). É, também, relevante referir que a altura facial anterior do paciente diminuiu de 146mm para 140mm e o perfil facial tornou-se mais harmonioso (Figuras 26).

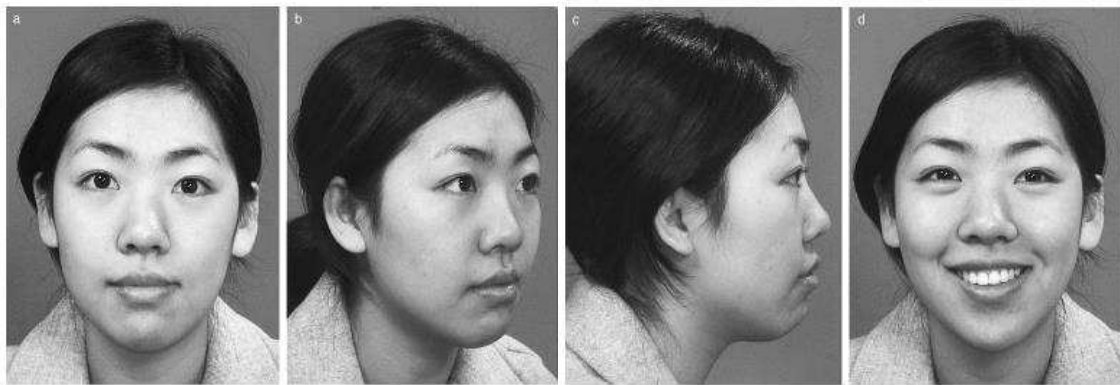


Figura 26. Fotografias extra-orais pós-tratamento. (Y.-C. Park et al., 2008)

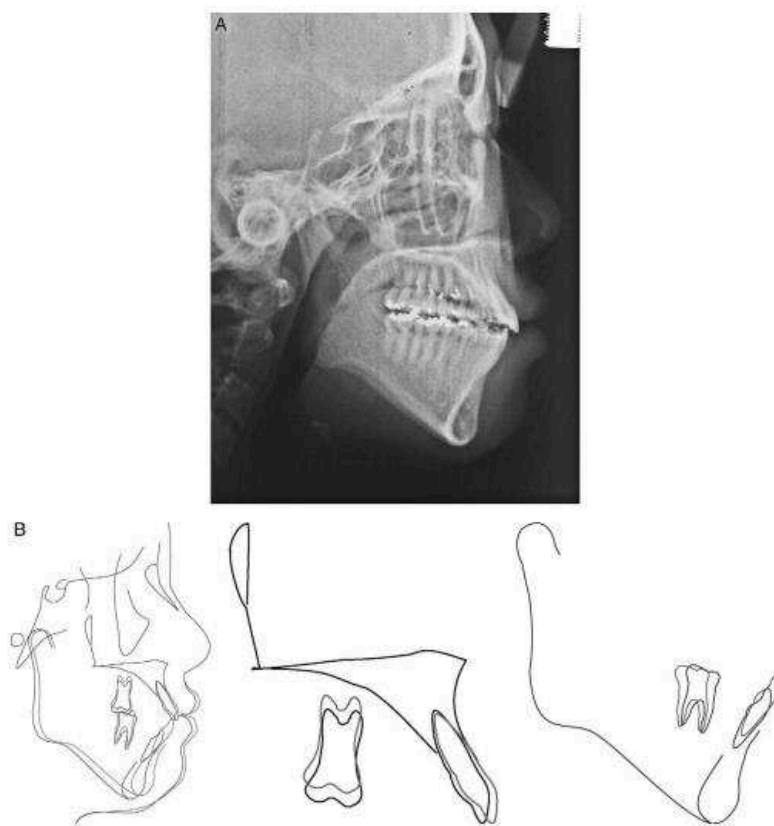


Figura 27. Resultado final. A – Cefalograma pós-tratamento. B – Sobreposição cefalométrica pré e pós-tratamento. (Y.-C. Park et al., 2008)

2.8.2. INTRUSÃO DE UM MOLAR PARA REABILITAÇÃO PROTÉTICA (Pinzan-Vercelino, Bramante, de Araújo Gurgel, Vergani, & de Souza Gregório, 2017)

Uma paciente com 57 anos de idade pretendia uma reabilitação do espaço edêntulo, correspondente ao primeiro molar esquerdo mandibular. Contudo, no exame clínico inicial observou-se uma extrusão do primeiro molar esquerdo maxilar (Figura 28A), tornando impossível a colocação de um implante dentário naquela zona.

O exame clínico mostrou, ainda, problemas oclusais, incluindo a relação ântero-posterior de Classe II e espaços desalinhados em ambas as arcadas, no entanto, o objetivo principal da paciente era apenas a correção da extrusão do molar, de modo a permitir a reabilitação do espaço edêntulo.

O planeamento do tratamento foi efetuado, após radiografias periapicais prévias (Figura 28B), tendo em conta a forma e a localização das raízes dentárias adjacentes. Procedeu-se, então, à intrusão do primeiro molar esquerdo maxilar, através da utilização de mini-implantes.



Figura 28. Pré-tratamento. A – Fotografia intra-oral lateral. B – Radiografia periapical. (Pinzan-Vercelino et al., 2017)

Inicialmente foram aplicados botões ortodônticos na superfície vestibular e palatino do molar extruído. Depois foram colocados 2 mini-implantes, um a vestibular entre o segundo pré-molar e o primeiro molar (Figura 29A) e outro a palatino entre o primeiro e segundo molar (Figura 29B).



Figura 29. Forças intrusivas diretamente aplicadas dos mini-implantes para o molar extruído, através de cadeias de elásticos. A – Vista lateral com mini-implante inserido entre o segundo pré-molar e o primeiro molar. B – Vista oclusal com mini-implante inserido a palatino entre o primeiro e segundo molares (Pinzan-Vercelino et al., 2017)

Os mini-implantes foram inseridos 8mm a apical da junção amelocimentária. Esta distância permitiu a aplicação de uma força vertical adequada para promover a intrusão do molar e, ainda, proporcionou espaço interradicular, prevenindo lesões vasculares.

A sua colocação foi realizada com uma chave de fendas manual a vestibular e com uma chave de contra-ângulo a palatino. Para além disso, os mini-implantes foram posicionados com um ângulo de 90° em relação ao osso alveolar, sendo inseridos com um torque de aproximadamente 15N/cm. Depois, foi aplicada de cada lado, através das cadeiras de elásticos, uma força intrusiva de 200g.

Foram efetuadas observações periódicas. De 4 em 4 semanas, para substituir as cadeiras dos elásticos, realizando sempre radiografias periapicais para controlo. Após 5 meses do início do tratamento, verificou-se uma intrusão de 4mm (Figura 30).



Figura 30. Final do tratamento. A – Fotografia intra-oral lateral com reabilitação protética do espaço edêntulo mandibular. B – Radiografia periapical pós-tratamento. (Pinzan-Vercelino et al., 2017)

A paciente foi, então, encaminhada para a colocação do implante dentário no espaço edêntulo mandibular. Depois da colocação da coroa no implante, os mini-implantes foram removidos. Após 5 anos do final do tratamento observou-se, ainda, uma oclusão estável e aceitável (Figura 31).



Figura 31. Consulta de controlo após 5 anos. A – Fotografia intra-oral. B – Radiografia periapical. (Pinzan-Vercelino et al., 2017)

2.8.3. RETRAÇÃO DOS INCISIVOS ANTERIORES SUPERIORES (KalaricKal, 2014)

Uma paciente com 29 anos de idade apresentou-se na consulta com queixas acerca dos seus incisivos superiores proinclinados. No exame extra-oral, constatou-se que a paciente tinha um perfil convexo e incompetência labial de 6mm, sem sinais de problemas a nível da ATM (Figura 32).

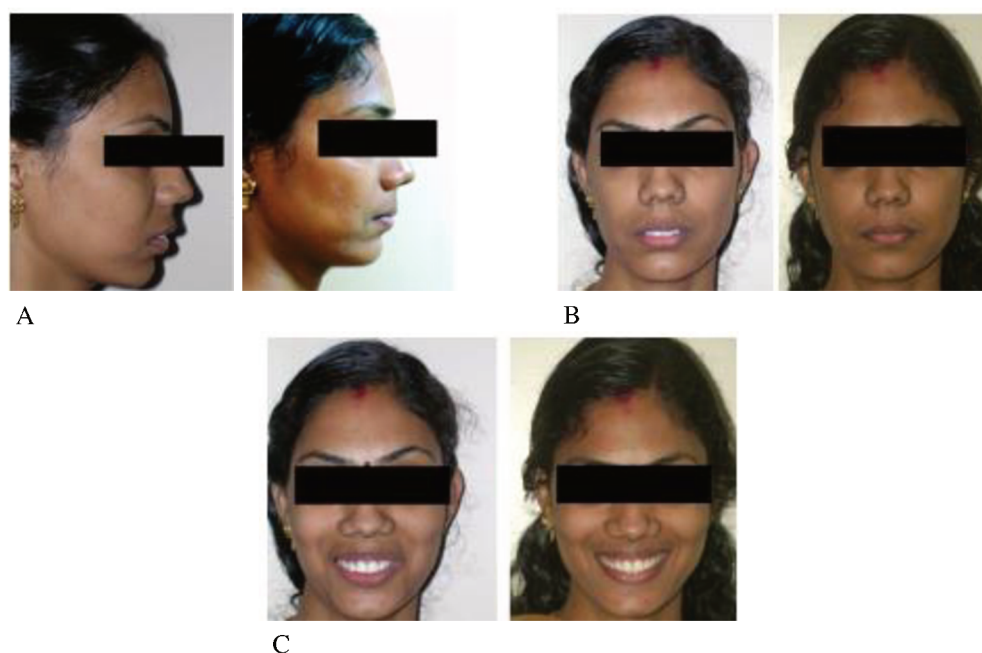


Figura 32. Fotografias extra-orais. A – Fotografias extra-orais de perfil pré e pós-tratamento. B – Fotografias extra-orais do plano frontal pré e pós-tratamento. C – Fotografias extra-orais a sorrir pré e pós-tratamento. (KalaricKal, 2014)

No exame intra-oral, verificou-se uma ausência dos molares maxilares (exceto o 27), um trespasse horizontal e um trespasse vertical de 8mm e 3mm, respetivamente, incisivos superiores proinclinados, mordida cruzada posterior bilateral (em relação ao 36 e 46), rotações do 15, 25, 35 e 45 e uma extrusão leve do 46. Relativamente às linhas médias inferior e superior, estas coincidiam com a linha média facial.

O principal objetivo do tratamento foi a retração dos incisivos superiores, de modo a melhorar a protrusão dos lábios, a estética dos tecidos moles e estabelecer uma relação canina Classe I. Após este procedimento será efetuada uma reabilitação oral protética.

O espaço para a retração dos incisivos superiores podia ter sido conseguido pela extração de dois pré-molares superiores, porém, como havia vários dentes perdidos a

solução foi a distalização em bloco de todo o arco maxilar, através da utilização de mini-implantes como meios de ancoragem temporária.

Antes da colocação dos mini-implantes procedeu-se à correção da constrição mandibular e da mordida cruzada observada nos primeiros molares (Figura 33 e Figura 34).



Figura 33. Fotografias intra-orais que demonstram a correção da constrição mandibular e da mordida cruzada dos primeiros molares. (KalaricKal, 2014)



Figura 34. Fotografias intra-orais antes da colocação dos mini-implantes. (KalaricKal, 2014)

Na região edêntula do lado superior direito, foram inseridos mini-implantes com 1.3mm de diâmetro e 10mm de comprimento, paralelos entre si com uma distância de 5mm. O ângulo de inserção foi de 30-40° relativamente ao longo eixo dos dentes adjacentes. Um dos mini-implante foi colocado 7-8mm a distal do segundo pré-molar, ao nível da junção da gengiva móvel e aderida, com 8mm de profundidade, deixando uma pequena área da cabeça do mini-implante para a fixação do tubo molar. Este acessório forneceu um controlo tridimensional durante a distalização dos dentes em bloco.

Após a correção da rotação do 25, a retração anterior foi obtida por uma força retrativa, conseguida através da ancoragem com o mini-implante colocado entre o 25 e o 27 (Figura 35). O ângulo de inserção foi de 30-40° relativamente ao longo eixo dos dentes adjacentes, permitindo uma distalização em bloco.



Figura 35. Fotografias intra-orais após colocação de mini-implantes. (KalaricKal, 2014)

Um fio de aço inoxidável foi utilizado para prender o tubo, suportado pelo mini-implante do lado superior direito. A retração da dentição em bloco teve início com forças de 150g, sendo mais tarde alcançadas forças de 200g, utilizando molas helicoidais fechadas entre o mini-implante e o gancho a distal dos incisivos laterais (Figura 36). O mini-implante inferior foi utilizado para a intrusão do 46, proporcionando o espaço adequando para uma reabilitação posterior.



Figura 36. Fotografias intra-orais durante o tratamento. (KalaricKal, 2014)

No final do tratamento, que durou cerca de 20 meses, verificou-se que o objetivo principal tinha sido cumprido. A retração de toda a arcada superior foi bem-sucedida, melhorando, também, a protrusão labial (Figura 32). Observou-se, ainda, uma Classe I bilateral e um trespasse horizontal e um trespasse vertical normais (Figura 37). Por último, foi efetuada uma comparação cefalométrica que demonstrou que os dentes

anteriores do maxilar retraíram 8mm no que diz respeito aos incisivos superiores – plano palatal (ENA-ENP) (Figura 38).



Figura 37. Fotografias intra-orais pós-tratamento. (KalaricKal, 2014)

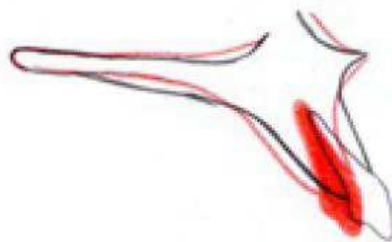


Figura 38. Sobreposição do incisivo superior antes e depois do tratamento. (KalaricKal, 2014)

Para demonstrar a aplicabilidade dos mini-implantes, foram apresentados três casos clínicos onde se efetuou a intrusão de dentes posteriores para a correção de uma mordida aberta anterior, a intrusão de um molar para reabilitação protética e a retração dos incisivos anteriores superiores.

A introdução e o uso dos dispositivos de ancoragem temporária beneficiaram a Medicina Dentária, nomeadamente a ortodontia.

3. CONCLUSÃO

Os mini-implantes ortodônticos são dispositivos de ancoragem temporária que surgiram com o objetivo de facilitar o tratamento de casos mais complexos de má-oclusão, tornando-se uma mais-valia para a ortodontia.

Existem dois tipos de mini-implantes: os auto-perfurantes e os auto-rosqueantes. O mini-implante ideal é uma junção dos dois anteriores, tratando-se de um sistema auto-perfurante, mas com a confecção de um buraco piloto que não seja do comprimento total do dispositivo, podendo, assim, combinar as vantagens de ambos.

As vantagens dos mini-implantes são: o seu tamanho reduzido, a facilidade de colocação, as poucas limitações anatómicas, a possibilidade de serem sujeitos a carga imediata sem esperar meses pela cicatrização, conforto para o paciente, o rácio custo-benefício e o facto de proporcionarem ancoragem absoluta.

Em relação às desvantagens temos: a possibilidade de trauma dos tecidos moles, trauma do ligamento periodontal, trauma ou fratura das raízes dentárias, danos nas estruturas adjacentes, inflamação dos tecidos peri-implantares e fratura do próprio mini-implante.

A estabilidade dos mini-implantes, quando sujeitos a cargas ortodônticas durante o tratamento, depende da densidade óssea, do estado, tipo e espessura dos tecidos moles peri-implantares, da técnica cirúrgica, do *design* do mini-implante e da carga exercida. O controlo adequado dos vetores na utilização de mini-implantes é fundamental para assegurar os movimentos dentários pretendidos.

Os mini-implante são dispositivos que vieram facilitar os tratamentos e movimentos ortodônticos, sendo mais eficazes do ponto de vista de ancoragem absoluta.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Albogha, M. H., Kitahara, T., Todo, M., Hyakutake, H., & Takahashi, I. (2016). Predisposing Factors for Orthodontic Mini-Implant Failure Defined by Bone Strains in Patient-Specific Finite Element Models. *Annals of biomedical engineering*, 44(10), 2948-2956. doi:10.1007/s10439-016-1584-8
- Asscherickx, K., Vannet, B. V., Wehrbein, H., & Sabzevar, M. M. (2005). Root repair after injury from mini-screw. *Clinical oral implants research*, 16(5), 575-578. doi:10.1111/j.1600-0501.2005.01146.x
- Bae, S., & Kyung, H. (2006). Mandibular molar intrusion with miniscrew anchorage. *Journal of clinical orthodontics*, 40(2), 107.
- Barbosa, S. d. M., Portugal, R. P., Paiva, A. E. M., Costa, J. F., & Rabêlo, L. R. S. (2012). Avaliação da resistência à remoção de mini-implantes para ancoragem ortodôntica. *Revista de Cirurgia e Traumatologia Buco-maxilo-facial*, 12(3), 85-92.
- Baumgaertel, S., Razavi, M. R., & Hans, M. G. (2008). Mini-implant anchorage for the orthodontic practitioner. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 133(4), 621-627. doi:10.1016/j.ajodo.2007.03.022
- Berens, A., Wiechmann, D., & Dempf, R. (2006). Mini-and micro-screws for temporary skeletal anchorage in orthodontic therapy. *Journal of Orofacial Orthopedics/Fortschritte der Kieferorthopädie*, 67(6), 450-458. doi:10.1007/s00056-006-0601-1
- Bernhart, T., Vollgruber, A., Gahleitner, A., Dörtbudak, O., & Haas, R. (2000). Alternative to the median region of the palate for placement of an orthodontic implant. *Clinical oral implants research*, 11(6), 595-601. doi:10.1034/j.1600-0501.2000.011006595.x
- Büchter, A., Wiechmann, D., Koerdt, S., Wiesmann, H. P., Piffko, J., & Meyer, U. (2005). Load-related implant reaction of mini-implants used for orthodontic anchorage. *Clinical oral implants research*, 16(4), 473-479. doi:10.1111/j.1600-0501.2005.01149.x

- Carano, A., Lonardo, P., Velo, S., & Incorvati, C. (2005). Mechanical properties of three different commercially available miniscrews for skeletal anchorage. *Progress in orthodontics*, 6(1), 82-97.
- Carano, A., Velo, S., Leone, P., & Siciliani, G. (2005). Clinical applications of the miniscrew anchorage system. *J clin Orthod*, 39(1), 9-24.
- Cevidanes, L. H., Styner, M. A., & Proffit, W. R. (2006). Image analysis and superimposition of 3-dimensional cone-beam computed tomography models. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 129(5), 611-618. doi:10.1016/j.ajodo.2005.12.008
- Chaddad, K., Ferreira, A. H., Geurs, N., & Reddy, M. S. (2008). Influence of surface characteristics on survival rates of mini-implants. *The Angle orthodontist*, 78(1), 107-113. doi:10.2319/100206-401.1
- Chang, H.-P., & Tseng, Y.-C. (2014). Miniscrew implant applications in contemporary orthodontics. *The Kaohsiung journal of medical sciences*, 30(3), 111-115. doi:10.1016/j.kjms.2013.11.002
- Chang, P.-C., & Giannobile, W. V. (2012). Functional assessment of dental implant osseointegration. *International Journal of Periodontics & Restorative Dentistry*, 32(5).
- Chang, Y.-J., Lee, H.-S., & Chun, Y.-S. (2004). Microscrew anchorage for molar intrusion. *Journal of clinical orthodontics: JCO*, 38(6), 325-330; quiz 333.
- Cheng, S.-J., Tseng, I.-Y., Lee, J.-J., & Kok, S.-H. (2004). A prospective study of the risk factors associated with failure of mini-implants used for orthodontic anchorage. *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, 19(1).
- Choi, B.-H., Li, J., Kim, H.-S., Ko, C.-Y., Jeong, S.-M., Xuan, F., & Lee, S.-H. (2007). Ingestion of orthodontic anchorage screws: An experimental study in dogs. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 131(6), 767-768. doi:10.1016/j.ajodo.2007.01.014

- Chung, K.-R., Cho, J.-H., Kim, S.-H., Kook, Y.-A., & Cozzani, M. (2007). Unusual extraction treatment in Class II division 1 using C-orthodontic mini-implants. *The Angle orthodontist*, 77(1), 155-166.
- Cope, J. B. (2005). *Temporary anchorage devices in orthodontics: a paradigm shift*. Paper presented at the Seminars in Orthodontics. doi:10.1053/j.sodo.2004.11.002
- Costa, A., Pasta, G., & Bergamaschi, G. (2005). *Intraoral hard and soft tissue depths for temporary anchorage devices*. Paper presented at the Seminars in orthodontics. doi:10.1053/j.sodo.2004.11.003
- Costa, A., Raffainl, M., & Melsen, B. (1997). Miniscrews as orthodontic anchorage: a preliminary report. *The International journal of adult orthodontics and orthognathic surgery*, 13(3), 201-209.
- Creekmore, T., & Eklund, M. (1983). The possibility of skeletal anchorage. *Journal of clinical orthodontics: JCO*, 17(4), 266.
- Dalstra, M., Cattaneo, P., & Melsen, B. (2004). Load transfer of miniscrews for orthodontic anchorage. *Orthodontics*, 1, 53-62.
- Deguchi, T., Nasu, M., Murakami, K., Yabuuchi, T., Kamioka, H., & Takano-Yamamoto, T. (2006). Quantitative evaluation of cortical bone thickness with computed tomographic scanning for orthodontic implants. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 129(6), 721. e727-721. e712. doi:10.1016/j.ajodo.2006.02.026
- Deguchi, T., Takano-Yamamoto, T., Kanomi, R., Hartsfield Jr, J., Roberts, W., & Garetto, L. (2003). The use of small titanium screws for orthodontic anchorage. *Journal of dental research*, 82(5), 377-381.
- Elias, C. N., Guimarães, G. S., & Muller, C. A. (2005). Torque de inserção e de remoção de mini-parafusos ortodônticos. *Rev. Bras. Implant*, 11(3), 5-8.
- Erverdi, N., Keles, A., & Nanda, R. (2004). The use of skeletal anchorage in open bite treatment: a cephalometric evaluation. *The Angle orthodontist*, 74(3), 381-390.
- Freire, J. N. O., Silva, N. R., Gil, J. N., Magini, R. S., & Coelho, P. G. (2007). Histomorphologic and histomophometric evaluation of immediately and early

- loaded mini-implants for orthodontic anchorage. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 131(6), 704. e701-704. e709. doi: 10.1016/j.ajodo.2006.09.040
- Freudenthaler, J. W., Bantleon, H. P., & Haas, R. (2001). Bicortical titanium screws for critical orthodontic anchorage in the mandible: a preliminary report on clinical applications. *Clinical oral implants research*, 12(4), 358-363. doi: 10.1034/j.1600-0501.2001.012004358.x
- Friberg, B., Sennerby, L., Roos, J., & Lekholm, U. (1995). Identification of bone quality in conjunction with insertion of titanium implants. A pilot study in jaw autopsy specimens. *Clinical oral implants research*, 6(4), 213-219. doi: 10.1034/j.1600-0501.1995.060403.x
- Fritz, U., Ehmer, A., & Diedrich, P. (2004). Clinical suitability of titanium microscrews for orthodontic anchorage—preliminary experiences. *Journal of Orofacial Orthopedics/Fortschritte der Kieferorthopädie*, 65(5), 410-418.
- Gahleitner, A., Podesser, B., Schick, S., Watzek, G., & Imhof, H. (2004). Dental CT and orthodontic implants: imaging technique and assessment of available bone volume in the hard palate. *European journal of radiology*, 51(3), 257-262. doi: 10.1016/j.ejrad.2003.11.021
- Gantous, A., & Phillips, J. H. (1995). The effects of varying pilot hole size on the holding power of miniscrews and microscrews. *Plastic and reconstructive surgery*, 95(7), 1165-1169.
- Gelgör, İ. E., Büyükyılmaz, T., Karaman, A. I., Dolanmaz, D., & Kalaycı, A. (2004). Intraosseous screw-supported upper molar distalization. *The Angle orthodontist*, 74(6), 838-850.
- Guo, C. Y., Matinlinna, J. P., & Tang, A. T. H. (2012). Effects of surface charges on dental implants: past, present, and future. *International journal of biomaterials*, 2012.
- Heidemann, W., Terheyden, H., & Gerlach, K. L. (2001). Analysis of the osseous/metal interface of drill free screws and self-tapping screws. *Journal of cranio-maxillofacial surgery*, 29(2), 69-74. doi:10.1054/jcms.2000.0179

- Herman, R., & Cope, J. B. (2005). *Miniscrew implants: IMTEC mini ortho implants*. Paper presented at the Seminars in Orthodontics. doi:10.1053/j.sodo.2004.11.006
- Herman, R. J., Currier, G. F., & Miyake, A. (2006). Mini-implant anchorage for maxillary canine retraction: a pilot study. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 130(2), 228-235. doi:10.1016/j.ajodo.2006.02.029
- Heymann, G. C., & Tulloch, J. (2006). Implantable devices as orthodontic anchorage: a review of current treatment modalities. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 18(2), 68-79.
- Hong, H., Ngan, P., Li, H. G., Qi, L. G., & Wei, S. H. (2005) Use of onplants as stable anchorage for facemask treatment: a case report. *The Angle Orthodontist*, 75(3), 453-460.
- Jane Yao, C.-C., Wu, C.-B., Wu, H.-Y., Kok, S.-H., Frank Chang, H.-F., & Chen, Y.-J. (2004). Intrusion of the overerupted upper left first and second molars by mini-implants with partial-fixed orthodontic appliances: a case report. *The Angle orthodontist*, 74(4), 550-557.
- Jung, Y.-R., Kim, S.-C., Kang, K.-H., Cho, J.-H., Lee, E.-H., Chang, N.-Y., & Chae, J.-M. (2013). Placement angle effects on the success rate of orthodontic microimplants and other factors with cone-beam computed tomography. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 143(2), 173-181. doi:10.1016/j.ajodo.2012.09.011
- KalaricKal, B. (2014). Group Distal Movement of Teeth using Micro-Screw–Implant Anchorage-A Case Report. *Journal of clinical and diagnostic research: JCDR*, 8(5), ZD26. doi:10.7860/JCDR/2014/9778.4391
- Kanomi, R. (1997). Mini-implant for orthodontic anchorage. *J clin Orthod*, 31, 763-767.
- Kim, H.-J., Yun, H.-S., Park, H.-D., Kim, D.-H., & Park, Y.-C. (2006). Soft-tissue and cortical-bone thickness at orthodontic implant sites. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 130(2), 177-182. doi: 10.1016/j.ajodo.2004.12.024

- Kinner, F. S. K., & Schlegel, K. D. (2002). The anatomic basis for palatal implants in orthodontics. *Int J Adult Orthod Orthognath Surg*, 17, 133-139. doi: 10.1016/j.ajodo.2004.12.024
- Kuroda, S., Katayama, A., & Takano-Yamamoto, T. (2004). Severe anterior open-bite case treated using titanium screw anchorage. *The Angle orthodontist*, 74(4), 558-567.
- Kuroda, S., Sugawara, Y., Deguchi, T., Kyung, H.-M., & Takano-Yamamoto, T. (2007). Clinical use of miniscrew implants as orthodontic anchorage: success rates and postoperative discomfort. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 131(1), 9-15. doi:10.1016/j.ajodo.2005.02.032
- Kuroda, S., Yamada, K., Deguchi, T., Hashimoto, T., Kyung, H.-M., & Yamamoto, T. (2007). Root proximity is a major factor for screw failure in orthodontic anchorage. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 131(4), S68-S73. doi:10.1016/j.ajodo.2006.06.017
- Kyung, H.-M. (2003). Overview development of orthodontic micro-implants for intraoral anchorage. *J. clin. Orthod.*, 37, 321-328.
- Labanauskaite, B., Jankauskas, G., Vasiliauskas, A., & Haffar, N. (2005). Implants for orthodontic anchorage. Meta-analysis. *Stomatologija*, 7(4), 128-132.
- Lee, J.-S., Hyung Kim, D., Park, Y.-C., Kyung, S.-H., & Kim, T.-K. (2004). The efficient use of midpalatal miniscrew implants. *The Angle orthodontist*, 74(5), 711-714.
- Lee, N.-K., & Baek, S.-H. (2010). Effects of the diameter and shape of orthodontic mini-implants on microdamage to the cortical bone. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 138(1), 8. e1-8. e8. doi:10.1016/j.ajodo.2010.02.019
- Lim, H.-J., Eun, C.-S., Cho, J.-H., Lee, K.-H., & Hwang, H.-S. (2009). Factors associated with initial stability of miniscrews for orthodontic treatment. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 136(2), 236-242. doi:10.1016/j.ajodo.2010.02.019

- Lin, J., Liou, E., & Yeh, C.-L. (2006). Intrusion of overerupted maxillary molars with miniscrew anchorage. *Journal of clinical orthodontics: JCO*, 40(6), 378-383; quiz 358.
- Liou, E. J., Pai, B. C., & Lin, J. C. (2004). Do miniscrews remain stationary under orthodontic forces? *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 126(1), 42-47. doi:10.1016/j.ajodo.2003.06.018
- Luzi, C., Verna, C., & Melsen, B. (2007). A prospective clinical investigation of the failure rate of immediately loaded mini-implants used for orthodontic anchorage. *Prog Orthod*, 8(1), 192-201.
- Luzi, C., Verna, C., & Melsen, B. (2009). Immediate loading of orthodontic mini-implants: a histomorphometric evaluation of tissue reaction. *The European Journal of Orthodontics*, 31(1), 21-29. doi:10.1093/ejo/cjn087
- Ma, J., Zhang, W., Wang, L., Zhao, C., & Chen, W. (2008). Stability and bone response of immediately loaded micro-implants in beagle dogs. *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, 23(5).
- Maino, B. G., Mura, P., & Bednar, J. (2005). *Miniscrew implants: the spider screw anchorage system*. Paper presented at the Seminars in Orthodontics. doi:10.1053/j.sodo.2004.11.007
- Marassi, C., Leal, A., Herdy, J. L., Chianelli, O., & Sobreira, D. (2005). O uso de miniimplantes como auxiliares do tratamento ortodôntico. *Ortodontia sPO*, 38(3), 256-265.
- Melsen, B. (2005). Mini-implants: where are we? *Journal of clinical orthodontics*, 39(9), 539.
- Melsen, B., & Verna, C. (2005). *Miniscrew implants: the Aarhus anchorage system*. Paper presented at the Seminars in Orthodontics. doi:10.1053/j.sodo.2004.11.005
- Miyawaki, S., Koyama, I., Inoue, M., Mishima, K., Sugahara, T., & Takano-Yamamoto, T. (2003). Factors associated with the stability of titanium screws placed in the posterior region for orthodontic anchorage. *American Journal of Orthodontics*

- and Dentofacial Orthopedics*, 124(4), 373-378. doi:10.1016/S0889-5406(03)00565-1
- Morea, C., Dominguez, G. C., Wuo, A. V., & Tortamano, A. (2005). Surgical guide for optimal positioning of mini-implants. *J clin Orthod*, 39(5), 317-321.
- Motoyoshi, M., Matsuoka, M., & Shimizu, N. (2007). Application of orthodontic mini-implants in adolescents. *International journal of oral and maxillofacial surgery*, 36(8), 695-699.
- Motoyoshi, M., Uemura, M., Ono, A., Okazaki, K., Shigeeda, T., & Shimizu, N. (2010). Factors affecting the long-term stability of orthodontic mini-implants. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 137(5), 588. e581-588. e585.
- Motoyoshi, M., Yoshida, T., Ono, A., & Shimizu, N. (2007). Effect of cortical bone thickness and implant placement torque on stability of orthodontic mini-implants. *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, 22(5). doi:10.1016/j.ijom.2007.03.009
- Murray, B., McGuinness, N., Biagioni, P., Hyland, P., & Lamey, P. J. (2005). A comparative study of the efficacy of Aphtheal™ in the management of recurrent minor aphthous ulceration. *Journal of oral pathology & medicine*, 34(7), 413-419. doi:10.1111/j.1600-0714.2005.00334.x
- Nova, M. F. P. d., Carvalho, F. R., Elias, C. N., & Artese, F. (2008). Avaliação do torque para inserção, remoção e fratura de diferentes mini-implantes ortodônticos. *Rev Dental Press Ortod Ortop Facial*, 13(5), 76-87.
- Ohnishi, H., Yagi, T., Yasuda, Y., & Takada, K. (2005). A mini-implant for orthodontic anchorage in a deep overbite case. *The Angle orthodontist*, 75(3), 444-452.
- Ono, A., Motoyoshi, M., & Shimizu, N. (2008). Cortical bone thickness in the buccal posterior region for orthodontic mini-implants. *International journal of oral and maxillofacial surgery*, 37(4), 334-340. doi:10.1016/j.ijom.2008.01.005
- Othman, S., Haugen, E., & Gjermo, P. (1989). The effect of chlorhexidine supplementation in a periodontal dressing. *Acta Odontologica Scandinavica*, 47(6), 361-366. doi:10.3109/00016358909004804

- Papadopoulos, M. A., & Tarawneh, F. (2007). The use of miniscrew implants for temporary skeletal anchorage in orthodontics: a comprehensive review. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 103(5), e6-e15. doi:10.1016/j.tripleo.2006.11.022
- Park, H.-S., Jeong, S.-H., & Kwon, O.-W. (2006). Factors affecting the clinical success of screw implants used as orthodontic anchorage. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 130(1), 18-25. doi:10.1016/j.ajodo.2004.11.032
- Park, H.-S., & Kwon, T.-G. (2004). Sliding mechanics with microscrew implant anchorage. *The Angle orthodontist*, 74(5), 703-710.
- Park, Y.-C., Chu, J.-H., Choi, Y.-J., & Choi, N.-C. (2005). Extraction space closure with vacuum-formed splints and miniscrew anchorage. *Journal of clinical orthodontics: JCO*, 39(2), 76-79.
- Park, Y.-C., Lee, H.-A., Choi, N.-C., & Kim, D.-H. (2008). Open bite correction by intrusion of posterior teeth with miniscrews. *The Angle orthodontist*, 78(4), 699-710. doi:10.2319/0003-3219(2008)078[0699:OBCBIO]2.0.CO;2
- Pinzan-Vercelino, C. R. M., Bramante, F. S., de Araújo Gurgel, J., Vergani, E. C. C. E., & de Souza Gregório, R. (2017). Intrusion of maxillary molar using mini-implants: A clinical report and follow-up at 5 years. *The Journal of prosthetic dentistry*. doi:10.1016/j.prosdent.2016.10.034
- Poggio, P. M., Incorvati, C., Velo, S., & Carano, A. (2006). "Safe zones": a guide for miniscrew positioning in the maxillary and mandibular arch. *The Angle orthodontist*, 76(2), 191-197.
- Ramazanzadeh, B. A., Fatemi, K., Dehghani, M., Mohtasham, N., Jahanbin, A., & Sadeghian, H. (2014). Effect of healing time on bone-implant contact of orthodontic micro-implants: a histologic study. *ISRN dentistry*, 2014. doi:10.1155/2014/179037
- Reynders, R., Ronchi, L., & Bipat, S. (2009). Mini-implants in orthodontics: a systematic review of the literature. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 135(5), 564. e561-564. e519. doi:10.1016/j.ajodo.2008.09.026

- Roncone, C. E. (2011). *Complications encountered in temporary orthodontic anchorage device therapy*. Paper presented at the Seminars in Orthodontics. doi:10.1053/j.sodo.2011.01.003
- Roth, A., Yildirim, M., & Diedrich, P. (2004). Forced eruption with microscrew anchorage for preprosthetic leveling of the gingival margin. *Journal of Orofacial Orthopedics/Fortschritte der Kieferorthopädie*, 65(6), 513-519. doi:10.1007/s00056-004-0430-z
- Sevimay, M., Turhan, F., Kilicarslan, M., & Eskitascioglu, G. (2005). Three-dimensional finite element analysis of the effect of different bone quality on stress distribution in an implant-supported crown. *The Journal of prosthetic dentistry*, 93(3), 227-234. doi:10.1016/j.prosdent.2004.12.019
- Tepedino, M., Masedu, F., & Chimenti, C. (2017). Comparative evaluation of insertion torque and mechanical stability for self-tapping and self-drilling orthodontic miniscrews—an in vitro study. *Head & face medicine*, 13(1), 10. doi:10.1186/s13005-017-0143-3
- Thiruvengkatachari, B., Pavithranand, A., Rajasigamani, K., & Kyung, H. M. (2006). Comparison and measurement of the amount of anchorage loss of the molars with and without the use of implant anchorage during canine retraction. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 129(4), 551-554. doi:10.1016/j.ajodo.2005.12.014
- Tseng, Y.-C., Hsieh, C.-H., Chen, C.-H., Shen, Y.-S., Huang, I.-Y., & Chen, C.-M. (2006). The application of mini-implants for orthodontic anchorage. *International journal of oral and maxillofacial surgery*, 35(8), 704-707. doi:10.1016/j.ijom.2006.02.018
- Vande Vannet, B., Sabzevar, M. M., Wehrbein, H., & Asscherickx, K. (2007). Osseointegration of miniscrews: a histomorphometric evaluation. *The European Journal of Orthodontics*, 29(5), 437-442. doi:10.1093/ejo/cjm078
- Vlasa, A., Biris, C., Lazar, L., Bud, A., Bud, E., Varlam, C. M., Pacurar, M. (2017). Scanning Electron Microscope Analysis of Titanium Alloy Orthodontic Implants. *Materiale Plastice*, 54(2), 345-347.

- Wilmes, B., Rademacher, C., Olthoff, G., & Drescher, D. (2006). Parameters affecting primary stability of orthodontic mini-implants. *Journal of Orofacial Orthopedics/Fortschritte der Kieferorthopädie*, 67(3), 162-174. doi:10.1007/s00056-006-0611-z
- Woods, P., Buschang, P., Owens, S., Rossouw, P., & Opperman, L. (2008). The effect of force, timing, and location on bone-to-implant contact of miniscrew implants. *The European Journal of Orthodontics*, 31(3), 232-240. doi:10.1093/ejo/cjn091
- Yamaguchi, M., Inami, T., Ito, K., Kasai, K., & Tanimoto, Y. (2012). Mini-implants in the anchorage armamentarium: new paradigms in the orthodontics. *International journal of biomaterials*, 2012. doi:10.1155/2012/394121
- Yun, H., Kim, H., & Park, Y. (2001). *The thickness of the maxillary soft tissue and cortical bone related with an orthodontic implantation*. thesis, Yonsei University, Seoul, Korea.
- Zhang, R., Bai, X., Zhang, W., Song, X., Wang, C., Gao, X., Liu, F. (2016). Application and curative effect of micro-implant anchorage in orthodontics. *Tropical Journal of Pharmaceutical Research*, 15(3), 651-655. doi:10.4314/tjpr.v15i3.30